VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ
FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU
INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH OPTIMALIZACE MATERIÁLOVÝCH TOKŮ S POUŽITÍM RFID V EXPEDICI

DESIGN OF MATERIALS FLOW OPTIMIZATION USING RFID IN AN EXPEDITION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. Bohdana Krichťáková
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav managementu
Studentka:	**Bc. Bohdana Krichťáková**
Studijní program:	Ekonomika a management
Studijní obor:	Řízení a ekonomika podniku
Vedoucí práce:	**prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok:	2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh optimalizace materiálových toků s použitím RFID v expedici

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Popis podnikání ve výrobní organizaci s ohledem na:
– výrobní portfolio
– zákazníky
Cíle řešení
Vyhodnocení teoretických přístupů k návrhu řešení
Analýza současného stavu materiálových toků
Návrh materiálových toků s použitím značení a využití sledování
Podmínky realizace a přínosy
Závěr
Použitá literatura
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh změn vybraných činností řízení materiálových toků s návrhem RFID pro optimalizaci času, chybovosti i zaznamenávání činností procesů.

Základní literární prameny:

BLAŽEWICZ, J., ECKER, K. H., PESCH, E., SCHMIDT, G., WEGLARZ, J. Scheduling Computer and Manufacturing Processes. Berlin Springer 2001, 485 s. ISBN3-540-41931-4.

BOSSIDY, L. a R. CHARAN. Řízení realizačních procesů: jak dosahovat očekávaných výsledků a plánovaných cílů. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2004, 219 s. ISBN 80-7261-118-6.

CEMPÍREK, V., KAMPF, R., ŠIROKÝ, J. Logistické a přepravní technologie. Pardubice: IJP 2009, 198s. ISBN 9778-80-86530-57-4.

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016, 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

PETŘÍK, T. Procesní a hodnotové řízení firem a organizací - nákladová technika a komplexní manažerská metoda: ABC/ABM (Activity-based costing/Activity-based management). Praha: Linde, 2007, 911 s. ISBN 978-80-7201-648-8.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28. 2. 2019

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D. ředitel	doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D. děkan

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá optimalizací materiálového toku s využitím RFID technologie ve společnosti Bosch Diesel, s. r. o. na oddělení Expedice. Teoretická část vymezuje základní pojmy, které souvisejí s logistikou, RFID technologií a materiálovými toky. Analytická část popisuje proces balení, odvádění a vyexpedování CP4 čerpadel k zákazníkovi. Na základě analytické části jsou uvedeny návrhy, které optimalizují časovou náročnost procesu a snižují chybovost zaznamenávaných dat do systému.

Klíčová slova

Logistika, RFID technologie, materiálový tok, tag, kanbanová karta, CP4 dieselová čerpadla

Abstract

The diploma thesis deals with optimization of material flow using RFID technology in Bosch Diesel company at the Expedition department. The theoretical part defines the basic concepts related to logistics, RFID technology and material flows. The analytical section describes the process of packing, data confirmation and dispatching CP4 pumps to the customer. Based on the analytical part, there are suggestions that optimize the time-consuming process and reduce the error rate of the recorded data to the system.

Key words

Logistics, RFID technology, material flow, tag, kanban card, CP4 diesel pump

Bibliografická citace

KRICHŤÁKOVÁ, Bohdana. Návrh optimalizace materiálových toků s použitím RFID v expedici [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116739. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce prof. Marie Jurová, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 12. května 2019

.....

podpis studenta

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za odborné vedení, poskytnutí cenných rad a konzultace k vybranému tématu. Také bych ráda poděkovala logistickému oddělení, které mi umožnilo popsat danou problematiku. Především děkuji panu Jiřímu Medovi, panu Michalovi Dočekalovi, paní Ing. Martině Kalců za odborné rady, poskytnutí informací a vypracování oponentského posudku. Mé díky patří i rodině, která mě při psaní diplomové práce plně podporovala.

Obsah

ÚVOD

V současné době je stále více rozvíjen trend digitalizace a automatizace procesů ve všech průmyslových odvětvích. V automobilovém průmyslu to platí obzvláště. Moderní technologie se stávají samozřejmostí úspěšné a moderní společnosti. Snahou čtvrté průmyslové revoluce je proměnit výrobní společnost v digitální továrnu, která představuje integrovanou síť digitálních procesů, nástrojů a simulací využívaných ke zhotovení finálních produktů.

Diplomová práce se zabývá RFID technologií, kterou lze označit za jeden z nástrojů digitální továrny. Pomocí RFID technologie dochází k plynulejším a automatizovanějším materiálovým tokům. RFID technologii lze považovat za nástupce čárových kódu, kdy tato technologie umožňuje tag, ve kterém jsou uloženy informace, libovolně přepsat na rozdíl od čárového kódu, kdy data lze pomocí čtečky pouze přečíst. Výhodou je i odolnost tagu náročným výrobním podmínkám při zhotovování výrobků, příkladem může být proces manipulace, lakování nebo praní obalů.

Cílem práce je navržení inovací v oblasti řízení materiálových toků za pomoci inovované RFID technologie. Navržená opatření budou řešit témata optimalizace času, zautomatizování procesů a eliminace chybovosti v současnosti prováděných úkonů.

Nejprve budou v první části diplomové práce uvedeny teoretická východiska pro seznámení s pojmy, kterými jsou logistika, RFID technologie, přepravní jednotky a další. Poté bude provedena analýza vnitřních a vnějších faktorů, které společnost v jejím působení ovlivňují, ať už z hlediska konkurenčního nebo legislativního.

Následně bude analyzován proces materiálového toku ve vybrané společnosti, kterou je společnost Bosch Diesel, s. r. o., jejímž předmětem podnikání je výroba dieselových vstřikovacích systémů pro nákladní i automobilové vozy. Analýza materiálového toku bude zaměřena na proces balení a vyexpedování CP4 dieselových čerpadel k zákazníkovi.

Po teoretické a analytické části bude následovat návrhová část. V návrhové části budou řešeny zjištěné nedostatky, pro které bude navrhnuto možné řešení.

Závěrečnou část budou tvořit podmínky potřebné pro realizaci návrhů. V poslední části bude vyčíslena úspora, která by mohla společnosti vzniknout, pokud by se rozhodla uvedené návrhy realizovat.

Závěrečnou fází diplomové práce bude sumarizace návrhů a zhodnocení naplněného cíle práce, které bylo na počátku stanoveno.

1 CÍLE PRÁCE A METODY ZPRACOVÁNÍ

Diplomová práce je zaměřena na analýzu materiálových toků probíhajících na oddělení expedice, jejíž součástí je i balící dílna. Analyzovanou společností je společnost Bosch Diesel, s. r. o., která patří mezi celosvětově největší výrobce moderních a inovativních dieselových vstřikovacích systémů Common Rail.

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření návrhů inovací vybraných expedičních činností, které ve svém informačním a materiálovém toku využívají RFID technologii. Navrhovaná řešení umožní optimalizaci časových možností a snížení chybovosti zaznamenávaných dat do systému SAP. Nejprve bude popsán aktuální stav procesu balení a odvádění čerpadel podle jednotlivých typů zakázek, které byly vytvořeny plánovači výroby a balící dílny s pomocí RFID technologie. Dále bude popsán proces vyexpedování zakázka k zákazníkovi. V závěru práce budou vyhodnoceny nedostatky RFID technologie a budou navržena řešení ke zdokonalení.

Materiálový tok vyrobených čerpadel bude zkoumán od okamžiku, kdy se čerpadla pomocí automatického milkrunu dopraví na příslušnou halu, přes proces zaskladnění do dynamického supermarketu, odvedení čerpadel v systému SAP, zabalení paletových jednotek až po uložení na vychystávací plochu, ze které jsou jednotlivé zakázky distribuovány přímo k zákazníkovi prostřednictvím kamionové, lodní a letecké přepravy.

Pro dosažení hlavního cíle byly stanoveny dílčí kroky, které jsou uvedeny níže.

- Rešerše literatury pro získání teoretických znalostí.
- Teoretická východiska pro seznámení s RFID technologií.
- Charakteristika podnikatelské činnosti a popis výrobního portfolia vybrané společnosti.
- PESTLE analýza faktorů ovlivňujících společnost.
- Analýza atraktivity okolí pomocí Porterova modelu 5 sil.
- Analýza současných materiálových toků v Expedici - Balící dílna.
- Závěrečná SWOT analýza.
- Návrhy optimalizující materiálové toky uskutečňované pomocí RFID technologie.

- Shrnutí návrhů a přehled mimoekonomických přínosů realizace.
- Podmínky realizace navrhovaných řešení.
- Vyčíslení přínosů realizace.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Předmětem této kapitoly je seznámení se základními pojmy logistické technologie, materiálových toků probíhajících na oddělení expedice, vymezení RFID technologie a jejího principu fungování. Získané poznatky poslouží k pochopení dané problematiky a k následnému vypracování analytické části.

2.1 Definice pojmu logistika

Logistika znamená souhrn všech dostupných technických a organizačních činností, pomocí kterých dochází k plánování operací podílejících se na materiálovém toku. Je zde zahrnut nejen tok materiálu, ale i tok informací mezi zúčastněnými objekty (1, s. 11).

Logistika je definována jako *"umění a věda získávání, výroby a distribuce materiálu a produktu na správném místě a ve správném množství"*. (2)

Logistika zajišťuje proces doručení materiálu od vybraných dodavatelů, přes alokaci výroby, distribuci do velkoobchodu, distribuci do maloobchodu až po doručení cílovému zákazníkovi (1, s. 11).

Hlavním posláním logistiky je schopnost přizpůsobit dodací lhůty zásobovacím strategiím od jednotlivých zákazníků a distributorů (3, s. 198).

Obrázek č. 1: Schéma logistiky (Zdroj: 2)

2.1.1 Logistické procesy

Pojem proces, z hlediska výrobního podniku, lze definovat jako logicky ohraničený souhrn jednotlivých opakovatelných aktivit, které jsou realizovány při hlavních i dílčích činnostech ve společnosti (4, s. 171).

Návrh logistických procesů je zahrnut především v řešení materiálových systémů. Pomocí materiálových systémů je zajištěn efektivní, optimální a aktuálně řízený materiálový tok. To představuje vyzvednutí, přepravu, skladování, vychystávání a dodávku materiálu od zvoleného dodavatele k jednotlivým pracovištím (5, s. 10).

Díky materiálovým systémům lze vytvořit lépe organizovaná pracoviště a snížit tak nadbytečné zásoby. Mezi základní prvky materiálového systému patří *materiál, balení a dopravní prostředek* (5, s. 10).

Prvním cílem materiálového systému je optimalizovaná dostupnost materiálu. Materiálem rozumíme suroviny, polotovary, hotové výrobky a zboží, které jsou nakupovány a v nezměněném stavu prodávány dále. Aby mohl materiál optimálně zajišťovat pracovní úkony při současném zvyšování hodnoty daného výrobku, musí být pracovníkovi dopraven na pracoviště včas, na předem určené místo, v dostatečném množství a v požadované kvalitě (5, s. 10).

„*Materiálový tok (material flow) je hlavním těžištěm logistických procesů podniku*." (6, s. 217)

Nezbytnou součástí kromě materiálového toku je i tok informační. Kdyby tento informační tok nebyl do procesů zahrnut, nemohlo by docházet k vyslyšení požadavků od zákazníka, společnost by nevěděla co, v jakém množství a s jakými parametry vyrábět. Chyběly by například informace o stavu rozpracování, o skladových zásobách, o termínech expedice, o zákazníkovi, kterému má být produkt doručen a další jiná specifika (5, s. 10)

„Informace uvedou materiálový tok do pohybu." (7)

Ve výrobním podniku se využívá koncept počítačové integrované výroby označované pod zkratkou (CIM), který je založen na myšlence kombinace toku informací z technických a obchodních oblastí produkční společnosti. K celkovému toku informací

jsou zahrnovány kroky jednotlivých činností, od objednávek zákazníků až po návrh výrobků a procesů, plánování výroby, podrobné plánování kapacity, prediktivní a reaktivní plánování, plánování dodávky až po servis (12, s. 422).

Druhým cílem je zajištění balení s optimálními náklady. Balení představuje pomůcky k ochranné a ergonomické přípravě materiálu (5, s. 10).

„*Vhodně zvolené obaly mohou významnou měrou zlepšit úroveň zákaznického servisu, snížit náklady a zefektivnit manipulaci se zbožím. Ovlivňují také stupeň vytížení skladu.“* (8, s. 19)

Správnou volbou balení je používání takových obalů, které budou dostatečně chránit zboží, aby bylo doručeno v takové kvalitě, v jaké bylo převzato do logistického procesu. Hlavním principem je snaha o zavádění obalů s opakovatelným použitím (5, s. 10).

K primárním funkcím balení patří ochranná a manipulační funkce. Úkolem balení je ochrana materiálu před poškozením, zcizením nebo ztrátou v průběhu cesty logistického řetězce. Nebezpečí poškození představují fyzikální a chemické vlivy při přepravě. Nejen správná konstrukce balení, ale i způsob uložení a upevnění výrobku v přepravním obalu je nezbytnou podmínkou (5, s. 10).

Dalšími ohrožujícími prvky jsou statické tlaky, které působí při stohování paletových jednotek na sebe. Počet stohovaných jednotek (kusů zboží na paletu) je určen výškou stohovaných sloupců a celkovou hmotností stohovaných jednotek, kdy největšímu zatížení jsou vystavovány spodní vrstvy materiálu. Možností, jak snížit riziko poškození během přepravy, je správné upevnění materiálu v dopravním prostředku (5, s. 10).

Základními druhy balení jsou (5, s. 10):

- spotřebitelská balení – balení, které odchází s výrobkem až ke spotřebiteli;
- distribuční balení – obchodní nebo přepravní balení usnadňující manipulaci při přepravě zboží;
- paletová jednotka – jednotka skládající se z distribučních balení upevněných na paletě.

Každá distribuční a paletová jednotka musí být řádně označena. Označením se rozumí souhrn nezbytných údajů prostřednictví etikety nebo kombinací přímého tisku a etikety. Kritéria, která ovlivňují výběr vhodného systému značení, obsahují požadavky na způsob značení, tvar, tuhost, rozměry, umístění nebo stupeň mechanizace a automatizace (5, s. 11).

Dalším pojmem je dopravní prostředek, který představuje způsob přepravy plných přepravních obalů od dodavatele k odběrateli a následně ke zpětné přepravě prázdných obalů. Volba dopravního prostředku zohledňuje aspekty týkajících se nákladů na dopravu, na množství materiálu, který bude přepravován, na překládání materiálu, na infrastrukturu cesty, na počet dní, kdy budou obaly v oběhu, na zatížení životního prostředí a na reakční dobu (5, s. 11).

2.1.2 Manipulační jednotky

Manipulační jednotka je definována jako materiál, který je buď balený nebo nebalený, svazkovaný nebo složen z jednoho kusu, volně ložený nebo ložený na přepravním prostředku, který je uzpůsoben pro mechanickou manipulaci (9).

Za přepravní prostředek je považován technický prostředek (např. paleta, kontejner, sedlový návěs, výměnná nástavba apod.), který zároveň vytváří manipulační a přepravní jednotku, a tím usnadňuje manipulaci nebo přepravu (5, s. 12).

Na základě rozdílných požadavků a podmínek v jednotlivých článcích logistických řetězců, jsou vytvářeny více jednotkové přepravní skupiny, tzv. soustavy skladebných manipulačních a přepravních jednotek, které v unifikovaných soustavách vytváří z nižších řádů manipulačních jednotek vyšší řády. Do vyšších řádů jsou řazeny následující (5, s. 12).

- Manipulační jednotka **I. řádu**, uzpůsobena k ruční manipulaci, by neměla být v průběhu logistického řetězce dělena na menší jednotky. Základní manipulační jednotku tvoří pouze obal (lepenkový karton, pytle, demižon, sud, smršťovací folie, která se ukládá do přepravních prostředků, kterými mohou být bedny,

přepravky, stohovatelné přepravky, skládací paletové kontejnery nebo kontejnery na tekutiny a další. Maximální přípustná hmotnost manipulační jednotky I. řádu je 15 kg (5, s. 12).

- Manipulační jednotka **II. řádu** je odvozenou manipulační jednotkou, která je přizpůsobená k mechanizované nebo modernější automatizované manipulaci mezi objekty prostřednictvím vnější přepravy. Tato jednotka bývá označována jako "distribuční (expediční) jednotka". Manipulační jednotky II. řádu váží 250 – 1000 kg, maximálně však do 5000 kg. Manipulační jednotkou je evropská dřevěná prostá paleta, která má rozměry 800 x 1200 mm s vlastní hmotností 25 kg. Ložené palety se mohou stohovat maximálně do 5 vrstev z hlediska bezpečnosti (5, s. 12).
- Manipulační jednotka **III. řádu** je jednotkou, která se využívá výhradně k vnější přepravě v kombinované dopravě, buď k mechanizované, nebo automatizované manipulaci. Váha této jednotky je maximálně do 30 500 kg. Jednotka III. řádu se skládá z 10 až 44 jednotek II. řádu. Do této skupiny patří kontejnery ISO řady 1, vnitrozemské kontejnery nebo výměnné nástavby (5, s. 12).
- Manipulační jednotka **IV. řádu** je poslední jednotkou této skupiny. Je vyhrazena pro dálkovou kombinovanou vnitrozemskou lodní a námořní přepravu. Hmotnost těchto jednotek se pohybuje v rozmezí od 400 do 200 tun. Za přepravní prostředky jsou označeny tzv. bárky nebo lichtery (plovoucí kontejnery) (5, s. 12).

Obrázek č. 2: Ukázka lichter kontejneru (Zdroj: 10)

Základní podmínkou pro skladebnost základních a odvozených manipulačních přepravních jednotek je ***rozměrová unifikace***, která by měla být všemi respektována na základě vyhlášených mezinárodních norem ISO (5, s. 12).

2.2 Logistické technologie

„Logistické technologie představují soubor postupů, metod, prostředků a technických zařízení, která jsou využívána v logistických procesech za účelem naplnění jejich poslání.“ (1)

Smyslem těchto technologií je zabezpečení kvalitní, rychlé, spolehlivé a flexibilní dodávky materiálů, surovin, komponent, náhradních dílů, nedokončených výrobků, hotových výrobků a zboží pro externí a interní zákazníky. Pro tyto zákazníky tvořící články dodavatelského řetězce je cílem zajištění co nejnižších logistických nákladů (1, s. 13).

2.2.1 Základní členění logistických technologií

V současné době podniková logistika překračuje hranici interního prostředí společnosti a orientuje se na rozšířené dodavatelské řetězce (Supply Chain Management) a jejich řízení (1, s. 13).

Logistické technologie lze rozdělit na skupinu ***tažných*** (PULL) a ***tlačných*** (PUSH) systémů (1, s. 13).

Tažný (PULL) systém je představován jako proaktivní systém, jehož princip je založen na tahu produktu logistickým systémem prostřednictvím silné zákaznické poptávky. Za zástupce tohoto typu lze uvést metody Just-In-Time, Justi-In-Time Manufacuring nebo Kanban, které jsou nejvíce využívány v automobilovém průmyslu. Jejich původ sahá do 70. let minulého století, kdy v Japonsku byly poprvé vynalezeny automobilovou společností Toyota (1, s. 13).

Tlačný (PUSH) systém je charakterizován vytvářením zásob, jejichž velikost a struktura je stanovena prognózou poptávky. Tradičním představitelem této skupiny je metoda Just-In- Case, která je založena na optimalizovaných dodávkách, popřípadě výrobních dávkách, které je nutné skladovat. Hlavní předností systému je možnost eliminace rizik, které vyplývají z nevčasného dodání na úkor vyšších nákladů na skladování a udržování zásob (1, s. 14).

2.2.2 Přehled současných využívaných metod

Mezi typické logistické technologie, aplikované v prostředí dodavatelských řetězců patří:

- Just-In-Time;
- Kanban;
- Sekvenční výroba;
- Poka-Yoke;
- Jidoka;
- Quick Response;
- Efficicent Consumer Response;
- Consumer Relationship Management;
- Hub and Spoke;
- Cross Docking;
- Centralizace skladů;
- EAN a RFID kódy;
- EDI elektronická výměna dat;
- MRP logistické informační systémy (1, s. 13).

2.3 Automatická identifikace

Automatická identifikace je technologií, která je využívána nejčastěji ve výrobě, v distribuci, v obchodě, v dopravě nebo ve vojenských odvětvích. Používá se pro identifikaci totožnosti výrobků a dílů, které vytváří manipulační, přepravní nebo skladovací jednotky (palety, kontejnery) popřípadě ke zjištění dopravních prostředků.

Na základě automatické identifikace dochází k přenosu informací mezi (aktivními články) logistických řetězců (11).

Nejpoužívanější metodou je technologie čárových kódů, která je nejen v průmyslových odvětvích, ale i všude kolem nás. Vizí budoucnosti je používání technologie, která je založena na bázi radiofrekvenčních vln. Mezi další známé metody patří technologie na bází písma (OCR), induktivní nebo magnetická (11).

2.3.1 Identifikace pomocí RFID technologie

Myšlenka nové technologie se zrodila v největší maloobchodní společnosti WallMart, která přišla s nápadem vzniku bezdrátové technologie pro zpracování informací. Společnost WallMart byla přítomna i u zrodu čárového kódu. Základem všeho byla myšlenka vyvinout takovou technologii, která umožní identifikaci objektu na delší vzdálenost bez přímé viditelnosti tak, aby bylo možno v reálném čase zpracovat více objektů zároveň (24).

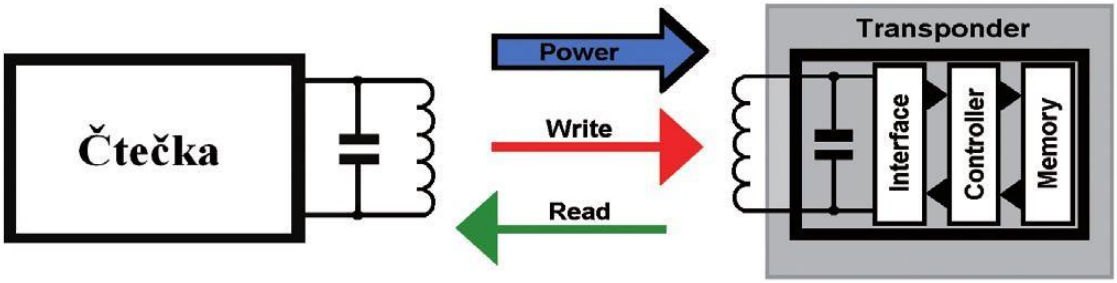
Tato RFID technologie se využívá k identifikaci objektů na základě vysílaných rádiových vln. Představuje bezkontaktní technologii bezdrátového přenosu dat, kdy data mohou mít přijímány a odesílány ze vzdálenosti několika centimetrů až metrů (14, s. 1).

RFID má širokou škálu možných oblastí pro aplikaci díky svým nízkým nákladům, architektonické jednoduchosti a nízkým požadavkům na napájení značkovacích obvodů. V RFID technologii se nachází potenciál kombinace nejnovějších technologií, jako je například přídavná výroba a 3D tisk. Přenos dat probíhá pomocí okolní energie ve spojení s RFID technologií pomocí tištěných tagů (štítků) z tenkého filmu a obvody, které jsou založeny na nových materiálech a ohebných substrátech pro nejmodernější snímání, zobrazování a lokalizaci (15).

V současné době se Internet věcí (IoT) skládá z velkého množství inteligentních objektů, které jsou připojeny k internetu prostřednictvím kabelového připojení nebo bezdrátových sítí. Tyto objekty potřebují RFID štítky, snímače, ovladače a další, nejen k sounáležitosti s prostředím, ale také k vzájemné komunikaci (16).

S rostoucími požadavky a rychlým rozvojem komunikačních technologií, výzkum integrace senzorů s RFID získal na popularitě. Vložením senzorového prvku do RFID štítků se snížily náklady na instalaci senzorového systému. Snímače založené na bázi RFID se používají v různých aplikacích, od potravinářských výrobků až po monitorování ve farmaceutickém odvětví (16).

Způsob komunikace mezi transpondérem a čtečkou je zobraz na obrázku č. 3.



Obrázek č. 3: Schéma komunikace RFID systému (Zdroj: 20)

Zelená šipka znázorňuje proces čtení dat, která jsou uložena v ranspondéru, červená šipka zobrazuje proces zápisu dat a modrá šipka znázorňuje sílu signálu.

2.3.2 Konstrukční formát transpondéru

Transpondér neboli mikročip, je základní komponentou identifikačního systému. Jedná se o elektronickou součástku, která umožňuje bezkontaktně předat kód čtecímu zařízení, který je v mikročipu uložen. Existují různé druhy transpondérů, bývají rozlišovány podle toho, z čeho jsou vyrobeny a na jaký účel budou použity (17).

2.3.2.1 Diskové transpondéry (Coins)

Nejběžnějším konstrukčním formátem je tzv. Disk. Jedná se o transpondér v kulatém (ABS) injektovaném pouzdře o průměru několika milimetrů až 10 centimetrů. Obvykle je upevňován středem pomocí šroubu. Alternativou pro vstřikování plastů (ABS) je polystyrol nebo epoxidová pryskyřice, která bývá využívána pro dosažení širšího rozpětí provozních teplot (18, s. 13).

2.3.2.2 Skleněné transpondéry

Tyto skleněné transpondéry byly vyvinuty pro účely identifikace zvířat, kterým se aplikují přímo pod kůži. Jedná se o skleněné trubice s délkou pouhých 12-32 milimetrů, které obsahují mikročip nainstalovaný na nosiči (PCB) a čipovém kondenzátoru z důvodu vyhlazení získaného napájecího proudu. Cívka transpondéru obsahuje drát o tloušťce 0,3 milimetrů, jenž je navinutý na feritovém jádru. Vnitřní součásti jsou zabudovány do měkkého lepidla pro dosažení mechanické stability (18, s. 13).

2.3.2.3 Plastové transpondéry

Plastové transpondéry byly vyvinuty pro aplikace, které vyžadují obzvláště nároky na mechaniku. Výhodou je snadná integrace do jiných zařízení. Příkladem může být aplikace do klíčů pro elektronické imobilizační systémy (18, s. 13).

2.3.2.4 Transpondér pro identifikaci plynových láhví

Tento typ představuje speciální konstrukční formát využívaný pro instalaci indukčně spojených transpondérů pro instalaci na kovové povrchy. Cívka transpondéru je navinutá v jádru feritové nádoby (18, s. 15).

Čip transpondéru je namontován na zadní straně jádra feritové nádoby a je v kontaktu s cívkou transpondéru. Aby bylo dosaženo dostatečné mechanické stability, odolnosti vůči vibracím a teplu, je jádro transpondéru a feritové jádro odléváno do pláště PPS za použití epoxidové pryskyřice. Pro identifikaci plynových lahví se používají různé typy tohoto provedení (18, s. 15).

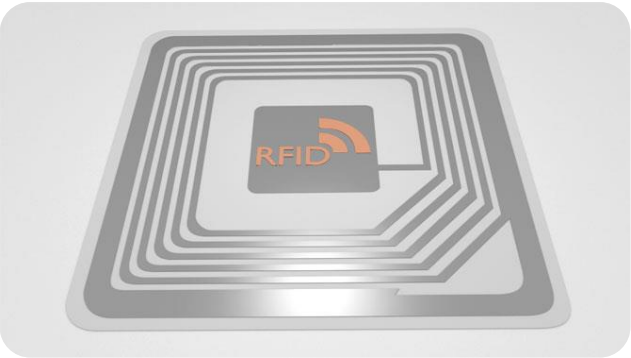
2.3.2.5 Transpondéry ID-1 v bezkontaktních čipových kartách

Formát transpondéru ID-1, je již známý z kreditních karet a telefonních karet, ale stává se v dnešní době důležitější pro bezkontaktní čipové karty v systémech RFID. Jednou z výhod tohoto formátu pro indukčně spojený RFID zařízení, je velká oblast cívek, která zvyšuje rozsah čipových karet. Bezkontaktní čipové karty jsou vyráběny laminací transpondéru mezi čtyřmi PVC fóliemi. Jednotlivé fólie se zapečou při vysokém tlaku a vysoké teplotě, která musí být nad 100 ° C, tím se vytvoří trvalá vazba (18, s. 18).

2.3.2.6 Transpondér v inteligentním štítku

Pojem inteligentní štítek reprezentuje papírově tenký formát transpondéru. V transpondérech tohoto formátu je cívka umístěna na plastové fólii o tloušťce pouhých

0,1 milimetrů pomocí gravírování nebo leptáním. Fólie bývá často laminována vrstvou papíru a na zadní části je potažena lepidlem. Vysílače (štítky/tagy) jsou dodávány ve formě samolepících nálepek přilepených na válci a jsou dostatečně tenké a pružné, aby mohly přilnout k jakýmkoliv objektům. Výhodou je snadné přetištění štítků, proto mohou být již uložená data připojena k dalšímu čárovému kódu na přední straně štítku. (18, s. 20).



Obrázek č. 4: Ukázka inteligentního štítku (Zdroj: 19)

2.3.3 Základní provozní principy

Základním principem fungování RFID technologie je správná infrastruktura. Systém této technologie tvoří 3 základní součásti, kterými jsou anténa, přijímač/vysílač a nosič informace neboli elektronicky programovatelný čip. Vysílač/přijímač vysílá pomocí antény rádiové signály, které aktivují čip a provedou zápis a čtení dat (21).

Čtečky (readery) představují přijímače, které obsahují integrované antény. Existuje široké spektrum dostupných variant, které jsou vyráběny v různých tvarech a velikostech. Lze použít pevné nebo mobilní. Dosah čteček se pohybuje od několika jednotek centimetrů až po desítky nebo stovky metrů, to závisí na energetickém výkonu a vybrané rádiové frekvenci. Úkolem čtečky je dekódování dat z čipu, které následně předá řídícímu počítači pro další zpracování (21).

Velikost čipů je odlišná, nejmenší verze by se dala přirovnat špendlíkové hlavičce. Čipy mohou nést různé informace. Jejich životnost je dlouholetá. Každý čip je unikátní, obsahuje svou jedinečnou identifikaci, která se skrývá v 96 - bitovém číselném EPC (Electronic Product Code) kódu. Kód bývá přidělen na základě stanovených

mezinárodních standardů. Čip v sobě může nést řadu informací, které se dají v průběhu životnosti měnit, jediné co nejde změnit, je unikátní identifikační číslo, které bylo zadané do čipu při výrobě (21).

RFID tagy se rozdělují do 4 tříd. Ve třídě 0 jsou zařazeny tagy určené pouze pro čtení, které jsou programované ve výrobě o velikosti kapacity 64 nebo 96 bitů. Rychlost čtení je udávána na 1 000 tagů/sec. Do třídy 1 patří tagy pro jednorázový zápis pro opakovatelný zápis a jsou nadefinované výrobcem. Kapacita paměti je udávána na 64 nebo 96 bitů s rychlostí čtení 200 tagů/sec (21).

Ve třídě 0+ jsou zařazeny tagy, které mají mód čtení/zápis. Jsou programovatelné kdykoliv a jejich kapacita paměti je 256 bitů a rychlost čtení 1 000 tagů/sec. Poslední třídou je třída Gen 2, do které patří tagy s funkcí čtení/zápis, jenž lze programovat kdykoliv. Kapacita jejich paměti je stejná jako u předchozí skupiny, ale rychlost čtení je vyšší, a to 1 600 tagů/sec (21).

2.3.4 Frekvence vysílání

Nejdůležitějším kritériem diferenciace RFID systémů jsou nastavené pracovní frekvence čtečky, spojovacích vláken a rozsahem systému. Zachycení dat pomocí RFID systému lze provozovat ve velkém rozpětí, a to v rozmezí od 135 kHz až do 5,8 GHz mikrovlnného rozsahu. Pro fyzické propojení mezi daty a systémem se využívá elektrické, magnetické a elektromagnetické pole. Dosažitelný rozsah systému se pohybuje od několika milimetrů až po více než 15 metrů (18, s. 21).

Systémy RFID s velmi malým rozsahem (Close-coupling system), jsou typické těsnými vazbami do 1 cm. Pro využití musí být transpondér vložen přímo do čtečky nebo umístěn na povrchu (18, s. 21).

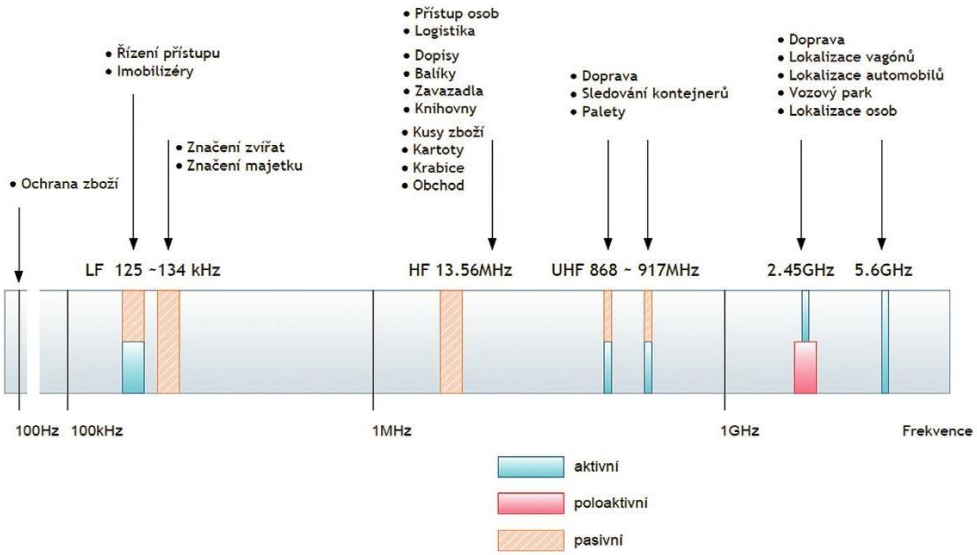
Close-coupling system se nejčastěji využívá v aplikacích, které podléhají přísným bezpečnostním požadavkům, ale nevyžadují velký rozsah dat. Vysílače transpondérů jsou používány výhradně jako bezkontaktní čipové karty formátu ID-1 (18, s. 21).

Systémy s čtecím rozpětím až do vzdálenosti 1 metru jsou známé pod pojmem *Remot-coupling systems*. Většina dálkově spojených systémů je založena na induktivní

(magnetické) vazbě mezi čtečkou a transpondérem, můžeme je znát pod názvem indukčních radiových systémů. Nejméně 90% všech současně prodávaných RFID systémů je indukčně spojeno. Frekvence pod 135 kHz nebo 13,56 MHz se používá pro vysílání kmitočtů, například pro bezkontaktní čipové karty, identifikaci zvířat nebo průmyslovou automatizaci (18, s. 22).

Systémy RFID se vzdáleností nad 1 m jsou známé jako systémy s dlouhým dosahem *long-range systems*. Všechny systémy s dlouhým dosahem pracují s použitím elektromagnetických vln v rozsahu UHF a mikrovln. Tyto systémy pracují na kmitočtech UHF 868 MHz (Evropa) a 915 MHz (USA) a v mikrovlnných frekvencích 2,5 GHz a 5,8 GHz (18, s. 22).

Typické rozmezí vzdálenosti do 3 metrů lze dosáhnout pomocí pasivních transpondérů, zatímco rozsahy ve vzdálenosti 15 a více metrů mohou být dosaženy pomocí aktivních transpondérů vybavených baterií. Baterie aktivního transpondéru však nikdy neposkytuje energii pro přenos dat mezi transpondérem a čtečkou, ale slouží výlučně k napájení mikročipu a uchovávání uložených dat. Výkon elektromagnetického pole, přijatého ze čtečky, je jediným zdrojem, který se používá pro přenos dat mezi transpondérem a čtečkou (18, s. 22).



Obrázek č. 5: Frekvence používané v RFID (Zdroj: 20)

2.3.5 Typy tagů

RFID tag představuje nositele informace, jenž se může vyskytovat v podobě etikety (Smart label) nebo v zapouzdřené podobě různých tvarů, velikostí a materiálů (22).

Výhodou RFID tagů je možnost připevnění na různé typy povrchů např. na sklo, kov, dřevo, lepenku nebo plast (23).

Existují dva typy systémových tagů, kterými jsou aktivní a pasivní tagy. Pasivní RFID systémy jsou charakteristické pro použití bez zdroje energie, vzhledem k napájení elektromagnetickou energií, která je do pasivních tagů vysílána RFID čtečkou. Hlavním představitelem využitelnosti pasivních tagů jsou docházkové a vstupní systémy, chytré etikety nebo identifikace jednotlivých produktů. Pasivní tagy jsou levnější variantou, díky své jednoduchosti a absence napájecího zdroje. Představují tak optimálnější ekonomické řešení (25).

Pro Aktivní RFID systémy je charakteristická vybavenost tagů napájecími bateriemi. Základní odlišnou vlastností od pasivních tagů je vysílání vlastního signálu. Často jsou využívány jako elektronické majáky pro přesné sledování pohybu a polohy produktů. Tím, že mají podstatně větší dosah než pasivní tagy, jsou výrazně dražší (25).

2.3.5.1 Pasivní RFID tag

Princip fungování pasivního RFID systém je založen na třech částech, a to na RFID čtečce, anténě a tagu. Odlišnost od aktivního RFID tagu spočívá v tom, že pasivní RFID tagy mají pouze dvě komponenty − anténu a mikročip (25).

Proces fungování je následovný: pasivní tagy čekají na signál z RFID čtečky. Prvním krokem je vyslání signálu čtečkou do antény, poté signál pokračuje dál prostřednictvím vln rádiového kmitočtu. Jakmile se tag objeví ve čtecí zóně, anténa zachytí jeho energii z vyslané vlny (25).

Ta poté napájí zabudovaný čip tagu, který vyšle vlastní signál zpět k RFID systému. Celý tento proces se nazývá „backscatter" a je označením pro vyslaný signál zachycený pomocí antény čtečky, která ho následně načte a přečte nahranou informaci do signálu (25).

Základní vlastností pasivního RFID tagu je propojení antény s integrovaným obvodem. Tyto tagy vystupují v podobě nálepek nebo etiket v roli, kdy anténa spolu s čipem je uložena na tenké plastové podložce, která je zalaminována nebo pokryta ochranným materiálem. Takovéto provedení pasivního RFID tagu se označuje pojmem „RFID inlay“. RFID inlay je vyráběn v podobě suché nebo mokré (dry inlay, wet inlay) varianty, záleží na tom, zda se dá podložka s čipem nalepit nebo ne (25).

Výhodou pasivních RFID tagů je jejich téměř neomezená životnost, pokud nedojde k jejich poškození (25).

2.3.5.2 Aktivní RFID tag

Stejně jako pasivní RFID mají Aktivní RFID systémy také tři hlavní části – čtečku, anténu a tag. Jejich odlišnost ale spočívá ve vybavenosti vlastním napájecím zdrojem, díky kterému je umožněno číst data na větší vzdálenost a také lze uložit větší množství dat, díky větší kapacitní paměti (25).

Aktivní tagy bývají napájeny baterií, jejíž životnost se udává okolo 3 až 5 let. Nevýhodou tohoto tagu je nutnost výměny celého tagu, pokud dojde k vypršení životnosti baterie. Rozlišují se dva druhy aktivních RFID tagů, které můžeme označit jako „transponders“ a „beacons“ (25).

První typ pod názvem „transponder“ představuje tag, který je aktivní až po zachycení signálu z čtečky, teprve poté dochází ke zpětnému odeslání požadované informace. Tím dochází k větší šetrnosti baterie, protože mimo dosah čtecího zařízení není energie vysílána. Aktivní RFID transponders bývají nejčastěji využívány v bezpečnostně přístupových systémech a také na místech, kde jsou vybírány poplatky (např. mýta) (25).

Druhý typ aktivního tagu nazývaný „beacon“, vysílá informace každých 3−5 sekund do okolí, bez ohledu na to, zda se nachází nebo nenachází ve čtecím dosahu čtečky. Díky velkému rozsahu, který může být až na několik metrů, je využíváno těchto tagů v těžebním průmyslu, při zpracování nafty nebo plynu (25).

Vzhledem k použití aktivních RFID tagů pro náročné pracovní prostředí, je jejich vzhled velice robustní z důvodu odolávání okolním teplotám a vlhkosti. To vyžaduje větší baterii a nutnost přidání dalších obvodů elektroniky, a to se projevuje i na finanční stránce

nákladů na výrobu těchto tagů. Proto jsou používány hlavně v oblastech, kde se vyskytují drahá zařízení, jako je např. potrubí, průmyslové stroje nebo cargo kontejnery (25).

2.3.6 RFID snímače (Reader)

„RFID snímače neboli čtečky RFID jsou zařízení, která dokážou zachytit vysílání aktivního nebo pasivního tagu.“ (27)

Čtečka nemusí jenom informace snímat, může je i do tagu zapisovat. Pro vysílání a přijímání signálu se používá anténa, která může být vestavěná nebo externí. Čtečky RFID jsou dostupné ve dvojím provedení, buď lze zvolit mobilní čtečku, nebo stacionární čtečku neboli pevně umístěnou. Mobilní čtečka může představovat kompaktní počítač, která má čtecí modul RFID s různými možnostmi komunikace (po kabelu, Wi-Fi, GSM atd.) a programování (27).

Stacionární čtečka bývá používána pro pevné uchycení na výrobní linku nebo na pásový dopravník nebo dopravník ve skladu. Bývá zapojena do podnikového informačního systému prostřednictvím komunikační sítě (Ethernet, Profibus). Anténa může být integrována do těla čtečky nebo být ke čtečce kabelem připojena, kdy se obvykle připojují až čtyři antény. Stacionární čtečky se vyznačují digitálními nebo analogovými vstupy a výstupy. Přímo ke čtečce tak může být připojeno čidlo pohybu, světelná nebo zvuková signalizace (26).

Jednodušší variantou jsou mobilní čtečky, jejichž manipulace je snazší než zprovozňování stacionární čtečky, kdy je nutné zkoušet a hledat více variant pro optimální umístění a konfiguraci dat (26).

2.3.7 RFID versus čárové kódy

V čem spočívá rozdíl mezi RFID systémem a čárovým kódem? Odlišnost spočívá ve způsobu čtení uložených informací v daném objektu. Čárový kód využívá pro čtení dat optických vln, zatímco RFID systém funguje na přenosu rádiových vln (26).

Na čárový kód probíhá zápis metodou „read only“, kdy nelze obsah etikety za použití čtečky změnit ani do ní nic vepsat. V případě RFID může být tag několikrát přepisován a je schopen neustále nové informace zaznamenávat, a to představuje velkou užitečnou schopnost pro mnohé oblastí využití (26).

Dalším podstatným rozdílem je možnost zapouzdření RFID tagů RFID pro „drsná“ prostředí, kde by označení čárovým kódem nebylo možné. Vhodným příkladem pro uvedení využití RFID je identifikace výrobku, který prochází procesem lakování a vypalování, kde by čárový kód nevydržel. To stejné platí i pro obaly, které procházejí procesem mytí a sušením (26).

Lze prohlásit, že metoda RFID a metoda čárového kódu se spíše doplňuje, než aby jedna byla vytlačena druhou nebo naopak (26).

2.3.8 Bezpečnost RFID

S nástupem nové bezdrátové technologie přichází i otázky týkající se úrovně zabezpečení přenášených dat a je potřeba jim věnovat značnou pozornost. V souvislosti s bezpečností RFID systému přichází další otázka, a to soukromí. Bezpečnost RFID a ochrana osobních údajů RFID jsou téma neoddělitelně spojeny a je třeba brát je velmi vážně (28).

2.3.8.1 RFID klonování

První hrozbou, se kterou se lze setkat, může být klonování tagů. Bezpečnostní systémy RFID musí být schopny tomuto klonování zabránit, jinak by mohlo docházet k velkému množství nezabezpečených útoků (28).

Ke klonování dochází, pokud odezvy RFID tagů jsou přijaty nepravidelnými vysíláními. Tímto způsobem získané informace mohou být použity právě k replikaci tagů. Aby bylo možné zabezpečit přenos RFID a překonat tuto chybu, dochází k používání kryptografické techniky, která se ukládá do použitých čipů (28).

Je možné přijmout řadu přístupů (28):

- Přístup obnovujícího kódu

Tento přístup k zabezpečení RFID používá schéma, ve kterém se identifikátor RFID změní po každé čtené relaci. To snižuje schopnost přečtení dat, které mohou být sledovány. Nutnou podmínkou je, aby RFID čtečka a RFID tag měly stejný algoritmus. Pokud je používáno více čteček, musí být mezi nimi zajištěno propojení, aby mohlo dojít k vzájemné komunikaci (28).

- Autentická výzva odpovědi

Tyto systémy používají kryptografické principy. Zde uživatel vyšle pokyn pro přečtení informací z tagu. To má za následek odpověď, která není poslána přes rozhraní mezi RFID čtečkou a tagem, proto nemůže být systém napaden. Jak čtečka, tak tag snímají informace z interních kryptografických algoritmů a výsledky jsou odesílány po správné odpovědi, po které dochází k úspěšné výměně dat. Systém je v podstatě podobný zašifrovaným datům, která jsou odesílána přes běžné rádiové spojení (28).

2.3.8.2 RFID soukromí

Velkým znepokojením je nárůstem bezdrátové technologie z hlediska osobní bezpečnosti, která souvisí s nedovoleným sledováním údajů z RFID tagů. Soukromé organizace vyjádřily své znepokojení nad tím, že dochází ke stále většímu využívání elektronických kódů a dat výrobků, které jsou zakomponovány do spotřebitelských produktů. Proto začalo Ministerstvo obrany USA (DoD) zkoumat problém související s používáním sledovacích prostředků (28).

Existuje řada způsobů, jak tyto bezpečnostní problémy s RFID vznikají (28).

- Jednotlivé identifikátory v rámci systému RFID mohou být použity pro profilování a identifikaci spotřebitelských a individuálních vzorců chování.
- Tajní uživatelé mohou sledovat osoby prostřednictvím RFID tagů, které zůstaly na zakoupených položkách a při nošení oděvů jsou stále aktivní. Jedná se o nezákonně umístěný sledovací čip. Skryté čipy mohly být umístěny uvnitř nebo na povrchu vybraného objektu.

2.3.8.3 Blokování čipů

K překonání problému bezpečnosti dat lze přijmout přístup založený na blokování čipů. Tyto čipy spamují neoprávněné čtenáře, pokud předpokládají, že v okolí existuje mnoho čipů, které brání odhalení tajně umístěného čipu (28).

Bezpečnost je důležitou otázkou pro RFID, stejně tak jako u jakékoliv jiné bezdrátové nebo kabelové komunikační technologie. Naštěstí krátké rozsahy RFID znamenají, že některé formy rozšifrování nejsou zcela možné (28).

S delší působností této technologie dochází k propracovanějším zabezpečením, která jsou neustále vyvíjena na základě předchozích útoků. Technologie je tak čím dál více zdokonalovaná pro zajištění větší míry ochrany soukromí a zabezpečení přenášených a ukládaných dat v RFID tagu (28).

2.3.9 Benefity RFID systému

Náklady na implementaci RFID se mohou zdát poměrně vysoké, ale v porovnání s možnými riziky, kterým díky tomuto systému může být zabráněno je nesrovnatelné, a proto investice do RFID se vyplácí podle výzkumných projektů, které byly doposud provedeny (29).

Benefity, které zavedení systému přináší lze rozdělit do 3 základních oblastí (29).

- **Zvýšení viditelnosti aktiv**

Sledování aktiv pomocí RFID systému umožňuje najít vše, co kdysi bylo ztraceno. RFID systém přesně určí, kde se jednotlivá aktiva nachází a kdo je spravuje (29).

Nejzákladnějším přínosem sledování aktiv RFID je pohodlnost. RFID štítky lze snadno načíst kdekoliv v zařízení, díky tomu zaměstnanci okamžitě vědí, kde se požadovaná položka nachází (29).

Zvýšená viditelnost umožňuje společnostem, které jsou součástí dodavatelského řetězce, řešit okamžitě problémy, které vyplývají ze špatné organizace, nesprávně přijatých nebo naskladněných materiálů, ztráty materiálů nebo chybovosti zaměstnanců při manuálních procesech. Systém také umožňuje provádět rozhodnutí on-the-fly nebo provádět změny pomocí rychlého přesměrování položek (29).

- **Zvýšení produktivity zaměstnanců a snížení chybovosti zadávaných dat**

Jak už bylo zmíněno výše, technologie RFID nevyžaduje, aby zaměstnanci byli fyzicky přítomni ve skladu a hledali požadovanou položku. Nemusí ani ztrácet čas na pracovně

zdlouhavých procesech, jako je například skenování jednotlivých čárových kódů, hledání špatně umístěných položek, zařízení nebo počítání množství položek pro účely inventury. Vše zabezpečí RFID systém. Tím lze zvýšit produktivitu práce a zároveň snížit náklady, kdy zaměstnanci mohou být využiti pro jiné procesy. Dalším přínosem je odstranění chyb, ke kterým mohlo docházet při ručním zadávání dat do systému (29).

- **Snížení rizika krádeže a ztráty**

Díky sledování aktiv RFID mohou členové dodavatelského řetězce získat rychlý a snadný přístup k informacím o inventáři a umístění. Mohou zjistit, kdy byly položky vyrobeny, zaskladněny, distribuovány nebo doplňovány. Lze tak potvrdit dodávky i bez ohledu na to, kde se právě v dodavatelském řetězci nacházejí (29).

Tento druh viditelnosti zanechává malý prostor pro vytvoření chyby. Sledováním pohybu každého majetku lze zajistit, že všechny položky a palety budou správně zaúčtovány. Lze tím bojovat i proti padělání a krádeži (29).

Níže uvedená tabulka je rozdělena do 4 částí a zachycuje benefity využívání RFID systému. V první části pohlíží na benefity z hlediska procentuálního vyjádření výhod, v druhé části jsou benefity vyhodnoceny v celkovém měřítku, v předposlední části, jsou uvedeny hlavní odvětví, ve kterých je systém zaváděn a poslední část se zaměřuje na hlavní oblasti, pro které je jeho zavedení přínosné (29).

Tabulka č. 1: Benefity RFID systému (Vlastní zpracování podle zdroje: 29)

Benefits by the Numbers	Benefits Overview
Near 100% inventory accuracy Near 100% order and shipping accuracy Reduced out-of-stocks by up to 80% Reduced inventory carrying costs by up to 59% Reduced labor costs by as much as 30% Up to 40% faster order processing	Increased efficiency and productivity Increased up-time and asset utilization Improved customer satisfaction Better work-in-process and material tracking Less down-time and lower maintenance costs Better regulatory and safety compliance Improved asset and employee security
Industries	**Major Applications**
Manufacturing	Supply Chain

Aerospace and Aviation Oil, Gas, and Utilities Warehousing and Logistics Transportation Retail Government Healthcare	Inventory Management Shipping/Receiving Asset Management Facilities Management Employee Safety Emergency Planning Quality Assurance

2.3.10 RFID systém pro intra logistiku a řízení v průmyslové výrobě

RFID systém lze uplatnit nejen v oblasti přepravy nebo skladování, ale vhodnou oblastí pro využití tohoto systému je i oblast intra logistiky. Intra logistika představuje proces sledování, kontroly a řízení interní automatizované výroby (29).

Pomocí RFID systému lze vše sledovat efektivněji a automatizovaněji, poskytuje možnost hlídání výrobního systému od samotného vyskladnění materiálu až po uskladnění hotových výrobků. Další možností RFID je účinné využití systému pro přenos specifikovaných řídících dat mezi jednotlivými výrobními stroji (29).

2.3.10.1 Průmyslové RFID systémy

RFID technologie používané v průmyslu fungují ve většině případů na HF systémech o frekvenci 13, 56 MHz. Tento kmitočet je dán standardizovanými normami řady ISO 15693/14443. Vyznačují se především kompaktní konstrukcí a snadným uvedením do provozu. Vhodné použití systémů je pro úkoly zadané moderními výrobními zařízeními z hlediska malého množství dat, které musí být levně zaprotokolovány. Jedná se především o výrobní postup, číslo šarže nebo zaznamenání kvalitativních dat (30).

Ačkoliv zmíněné HF RFID systémy vysílající na frekvenci 13,56 MHz, vyžadují vybavenost většími kovovými smyčkami vysílače/přijímače. Lze je využít při menším čtecím a zapisovacím dosahu než RFID systémy, které vysílají na vyšší UHF frekvenci 860 MHz. Jejich provoz v průmyslovém prostředí je i všeobecně spolehlivější (30).

I přesto, že dosah RFID UHF antény může být až 6 metrů, proti dosahu HF RFID antény, která dosáhne maximální vzdálenosti 0,5 metrů, je jeho vyšší frekvence citlivější na jakékoliv elektromagnetické rušení i na různé předem špatně odhadnutelné odrazy, které jsou odráženy od kovových překážek. Těch bývá v automatizovaném průmyslovém

provozu poměrně mnoho. Může se jednat o odraz od železné konstrukce výrobní haly, odraz od konstrukce a krytů výrobních zařízení nacházejících se v lince, odraz od rámů dopravníků nebo i o odraz od bezpečnostních ochranných plotů vyrobených ze železa (30).

Spolehlivost čtení a dosah čtečky čipů by mohla negativně ovlivnit lidské tělo pracovníka, který by obsluhoval výrobní linku, z důvodu pohlcení vody v jeho těle rádiovým signálem. Další výhodou použití HF systémů oproti UHF systémů je možnost nasazení do míst, kde je datový nosič připevněn přímo na kovovém podkladě nebo kde se nachází materiál v bezprostřední blízkosti datového nosiče, který nelze předem identifikovat, například výrobky, které jsou přepravovány v různých bednách (30).

Dnes už vyspělé HF RFID čtecí snímače umožňují potlačení různých materiálů, proto voda, olej, prach a kov již nemají na datové nosiče (čipy, tagy) žádný vliv. Spolehlivost, jako jedna z priorit, jež je vyžadována v průmyslovém prostředí, je pro maximalizaci funkce čtení/zápisu RFID nosičů dosažena prostřednictvím správně umístěných RFID čteček, které snímají blízké objekty. Těchto výhod si je vědoma většina výrobců, proto je nabídka HF RFID systémů mnohem vyšší než nabídka UHF systémů (30).

Ve většině společností průmyslového prostředí se využívá tzv. pasivních RFID čipů, které v sobě neobsahují žádné napájení, proto nemusí mít u sebe zdroj elektrické energie v podobě baterií, který by se musel kontrolovat a průběžně dobíjet, tato zátěž tedy odpadá (30).

Princip působení pasivních RFID HF nosičů (čipů/tagů), které jsou umístěny na sledovaných předmětech, vychází z nainstalovaného vysílače (snímače/čtečky), který periodicky vysílá do okolí elektromagnetické (radiové) vlny. Jakmile se v blízkosti snímače objeví pasivní RFID čip, začne přijímat vysílanou energii ze snímače k nabití svého vnitřního napájecího kondenzátoru pro dočasné fungování. Ta následně externímu přijímači odešle svou odpověď. Ve většině případů vysílač a přijímač tvoří jednu kompaktní čtecí, případně i zápisovou jednotku (30).

Schopností pasivních čipů je vysílání jednoho čísla (elektronické číslo produktu EPC), které je určené již při jejich výrobě, nebo pomocí dodatečné paměti vysílat další identifikační data (většinou maximálně do několika stovek bajtů), která lze na ně zapsat

a poté i jinou čtečkou přečíst. Rozšířené kapacity bývá obvykle využíváno pro přenášení specifických řídicích dat mezi jednotlivými stroji ve výrobě (30).

Na RFID systém umožňující sledování a identifikaci jednotlivých procesů výroby postupně začíná přecházet stále více společností, které disponují plně automatizovanými linkami. Bez použití RFID systému je velice obtížné dohledání dat o konkrétním produktu, materiálu nebo procesu rozpracované výroby při velkoobjemových množstvích vyrobených produktů (30).

Na dlouhých výrobních linkách, kde je vyžadováno přesné monitorování toku výrobků bez použití RFID systému, dochází většinou k nekontrolovanému stavu výrobků a k nesouhlasnému stavu fyzických a interních dat (30).

Příkladem může být vyjmutí výrobku pracovníkem z výrobní linky. To zapříčiní narušení toku výrobků z důvodu fyzické absence produktu, které následně způsobí rozdílný účetní i fyzický stav na obrazovce operátorského panelu a následně i v paměti řídicího systému z důvodu stálé existence v systému, ačkoliv už není fyzicky přítomen (30).

Právě tento problém pomáhá řešit implementovaný RFID systém, ve kterém je každému produktu přiřazeno nezaměnitelné identifikační číslo, díky kterému řídící okruh zjistí na nejbližší čtečce, který produkt chybí (30).

2.4 Teoretická východiska k analytickému průzkumu

V této kapitole budou vybrané analýzy obecně popsány, které posouží jako východiska k následnému provedení analýz v praxi. Bude zde zmíněno, k čemu se jednotlivé analýzy používají, co všechno v nich musí být obsaženo a zda se zaměřují na vnější nebo vnitřní okolí společnosti.

2.4.1 PESTLE analýza

První analýzou, které bude věnována pozornost, je analýza PESTLE. PESTLE analýza se zaměřuje na sledování, analyzování a vyhodnocování všech vnějších faktorů, které společnost ovlivňují. Název je odvozen ze zkratky anglických faktorů, které

se pro zkoumání používají - **P**olitical Factors, **E**conomic Factors, **S**ocial Factors, **T**echnological and Technical Factors, **L**egislative Factors a **E**cological Factors (31).

2.4.1.1 Politické faktory

Politické faktory se zabývají zkoumáním vládní politiky, stupněm její intervence do ekonomiky státu, mírou podpory podnikatelských subjektů a prioritami této oblasti. Vládní politika ovlivňuje mnoho oblastí, které jsou pro podnikatele důležité (31).

Za politické faktory lze například označit: aktuální politickou situaci, pozici a stabilitu české vlády, monetární a fiskální politiku, míru podpory zahraničního obchodu nebo postoj ke korupčnímu jednání našeho státu (31).

2.4.1.2 Ekonomické faktory

Ekonomické faktory zkoumají působení a vliv místní, národní i světové ekonomiky, které Českou republiku ovlivňují. Patří sem ukazatele pro hodnocení makroekonomické situace (míra inflace, úroková míra, měnová stabilita, stav měnového kurzu, výše HDP/HNP), postoj k finančním zdrojům (náklady na půjčky, bankovní systém, dostupnost úvěrů) a na daňové faktory (výše a vývoj daňových sazeb, cla a daňové zatížení) (32).

2.4.1.3 Sociální faktory

Za sociální nebo sociálně-kulturní faktory lze označit ty, které se vztahují ke spotřebním zvykům kupujícího, k jeho sociálnímu příjmu nebo k jeho životnímu stylu. Z obecnějšího pohledu se sociální faktory zabývají demografickými změnami, chováním žen a mužů při spotřebitelských aktivitách nebo jejich nákupními preferencemi (33).

Řadí se sem například velikost populace, věková struktura obyvatelstva, pracovní preference, etnické uspořádání, míra nezaměstnanosti, životní úroveň, rovnoprávnost pohlaví, populační politika, diversita pracovní síly a další (32).

2.4.1.4 Technologické a technické faktory

Lze říci, že do těchto faktorů spadají ty, které nás ovlivňují novými technologiemi a na které se provádí výzkum a vývoj z hlediska konstrukce, stavebních prvků nebo materiálů. Tyto faktory mají největší vliv na konkurenceschopnost společnosti. V dnešní moderní době, kdy technologie je klíčem k úspěchu, je nutné tyto faktory neustále analyzovat a modernizovat (31).

Za příklad lze zmínit podporu vlády v oblasti výzkumu, nové objevy a vynálezy, rychlost morálního zastarávání, výši výdajů na výzkum, nové technologické aktivity, anebo obecnou technologickou úroveň (32).

2.4.1.5 Legislativní faktory

Mezi legislativní faktory patří ty, které se vztahují k právnímu prostředí, které ovlivňují podnikatelskou činnost společnosti. Toto prostředí bývá vytvořeno státní mocí. Jedná se především o platné vyhlášky a normy, které existují nebo teprve vstoupí v platnost, státní regulaci, regulaci dovozu a vývozu nebo pravidla pro způsob chování k životnímu prostředí (31).

2.4.1.6 Ekologické faktory

V současné době je kladen velký důraz na ekologické cítění a environmentální prostředí. Většina států se řadí mezi členy organizací, ve kterých se zavazují k dodržování norem, plnění stanovených limitů a opatření v oblasti ekologie a životního prostředí. Za ekologické faktory lze považovat způsob zacházení s odpady, způsob ochrany ohrožených druhů zvířat a rostlin, míru podpory při využívání obnovitelných zdrojů energie, způsob chování k životnímu prostředí nebo způsob vnímání klimatických změn (31).

2.4.2 Porterova analýza 5 sil

Porterův model 5 sil je základním analytickým nástrojem, který je využíván pro strategickou analýzu atraktivity prostředí zkoumané společnosti v daném oboru, ve kterém působí nebo do kterého se chystá vstoupit. Model vynalezl Michael E. Porter, jenž sestavil model propojující pět konkurenčních sil ke zjištění možné ziskovosti společnosti ve vybraném odvětví, v němž podniká (34).

Model zkoumá a analyzuje rizika jednotlivých zájmových skupin, kterými jsou (35):

- stávající konkurenti, kteří mají schopnost ovlivnit výši ceny a nabízeného množství vybrané služby nebo výrobku;
- potenciální konkurenti, u kterých existuje možnost, že vstoupí na daný trh a ovlivní cenu nabízeného množství služby nebo výrobku;

- dodavatelé, jejichž schopnost ovlivnit cenu a množství potřebných vstupů hraje důležitou roli;
- kupující, kteří se rozhodují, zda daný výrobek nebo službu při dané ceně koupí;
- substituty, kterými lze zcela nebo částečně nahradit vybraný výrobek nebo službu.

Na obrázku č 6. je zobrazen Porterův model pěti sil, který je navíc rozšířen o další dva prvky pro dnešní dobu, o chování vlády, která reguluje odvětví a o trh komplementů, které zákazník při rozhodování o koupi bere do úvahy (35).

Obrázek č. 6: Porterův model 5 sil (Zdroj: 35)

2.4.3 SWOT analýza

SWOT analýza představuje univerzální analytickou metodu, která se používá pro zhodnocení **vnitřních a vnějších** aspektů, které společnost ovlivňují. Nejčastěji se

využívá ve strategickém řízení a marketingu. Zakladatelem této analýzy byl Albert Humphrey, který ji navrhnul v 60. letech 20. století (36).

Název SWOT je odvozen z počátečních písmen anglických názvů jednotlivých faktorů, kterými se zabývá. Jedná se o (36):

- **Strengths** - silné stránky;
- **Weaknesses** - slabé stránky;
- **Opportunities** – příležitosti;
- **Threats** – hrozby.

Nejčastěji bývá vyjádřena pomocí grafického zobrazení, které lze vidět na obrázku č. 7, kde je rozdělena její struktura do 4 kvadrantů, podle faktorů, které zkoumá (36).

Obrázek č. 7: Grafické znázornění SWOT analýzy (Zdroj: 36)

Hlavním cílem této analýzy je identifikace slabých stránek společnosti, uvědomění si silných stránek, kterými se společnost a které může pro své podnikání využít v rámci konkurenčního boje. Další součástí SWOT analýzy jsou hrozby, které by mohly společnost ohrozit a na které by si měla dát pozor. Poslední kvadrant tvoří příležitosti, kterých by společnost mohla využít a získat tak například nový segment zákazníků (36).

3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI BOSCH DIESEL, S. R. O.

V této kapitole diplomové práce bude věnovaná pozornost vybrané společnosti, kterou je společnost Bosch Diesel, s. r. o. Budou zde popsány počátky jejího vzniku, hlavní idea, která stále za založením společnosti Bosch. Následně bude pozornost soustředěna na dceřinou společnost, kterou je právě společnost Bosch Diesel, s. r. o. O společnosti budou uvedena základní data, mezi která patří vize společnosti, organizační struktura, portfolio vyráběných výrobků, přehled zákazníků, zaměstnanců a další důležité informace.

3.1 Historie společnosti

První impulzy, které stály za vznikem společnosti, byly založené na touze po nezávislosti, prosazení se na automobilovém trhu a touze prodávat za hranice domácího trhu, tedy za hranice Německa. Osobou, která uskutečnila tyto touhy, byl Robert Bosch, který v roce 1886 ve Stuttgartu založil „Dílnu pro jemnou mechaniku a elektrotechniku“, která prováděla precizní mechanické a elektrotechnické práce. Na základě požadavku zákazníka, začal budovat magnetické zapalovací zařízení pro stacionární motory, které vydláždily cestu výrobě magnetoelektrických zážehových motorů (37).

Od roku 1897 byly tyto motory instalovány do automobilů, tím se společnost Roberta Bosche stala jediným dodavatelem spolehlivého zapalování. V roce 1902 představil Gottlob Honold lepší řešení, které bylo inovováno o zapalovací svíčku. Tímto produktem se stala společnost Bosch celosvětovým předním dodavatelem automobilového průmyslu (37).

Obrázek č. 8: Vývoj společnosti Bosch od první dílny až k první továrně (Zdroj: 37)

3.2 Bosch Group

Skupina Bosch představuje mezinárodní uskupení všech společností, které se zabývají dodávkou technologií a služeb. Bosch Group zaměstnává přibližně 402 000 pracovníků z celého světa (tento stav je uveden k 31. prosinci 2017) a za rok 2017 dosáhla tržeb ve výši 78,1 miliardy eur. Působení uskupení Bosch Group je rozděleno do čtyř obchodních sektorů, mezi které patří mobilní řešení, průmyslová technologie, spotřební zboží, energetika a stavební technologie (38).

Obrázek č. 9: Statistický přehled hospodaření společnosti Bosch (Zdroj: 38)

Společnost Bosch díky IoT (Internet of Things) patří mezi přední společnosti, která nabízí svým zákazníkům inovativní řešení pro inteligentní domy, inteligentní města, propojenou mobilitu a propojený průmysl. Své odborné znalosti využívá v oblasti technologie, softwaru a snímačů. Má i svůj vlastní cloud IoT, který umožňuje zákazníkům propojené řešení mezi různými doménami z jediného zdroje (38).

Cílem strategie skupiny Bosch je vytvoření řešení, které pomůže zlepšit kvalitu života lidem na celém světě pomocí inovativních produktů a služeb, které v nich vyvolají pocity nadšení. Jednoduše by se dalo říct, že společnost Bosch vytváří technologii, která je "Stvořena pro život" (38).

Seskupení Bosch sdružuje společnost Robert Bosch GmbH a přibližně 440 dceřiných a regionálních společností v 60 zemích světa. Do celkového souhrnu se počítají také prodejní a servisní partneři, kteří jsou součástí celosvětové výrobní, inženýrské a prodejní sítě společnosti Bosch. Předpokladem budoucího růstu společnosti Bosch je její vzrůstající inovační síla, o kterou se stará 64 500 pracovníků, kteří pracují na odděleních výzkumu a vývoje (38).

3.3 Bosch v České republice

Působnost společnosti Bosch v rámci České republiky je rozdělena do 8 lokalit, které jsou znázorněny na obrázku č. 8. V těchto lokalitách vykonává podnikatelskou činnost celkem 6 společností, které zaměstnávají 8 654 pracovníků (stav k 31. 12. 2017). Čisté tržby společností dosáhly v roce 2017 výše 1, 97 miliardy EUR.

V České republice se nacházejí společnosti zabývající se prodejem výrobků/služeb, výzkumem a vývojem nových technologií, materiálů, postupů, a také továrny, které následně navržené produkty vyrábí a doručují zákazníkům (39).

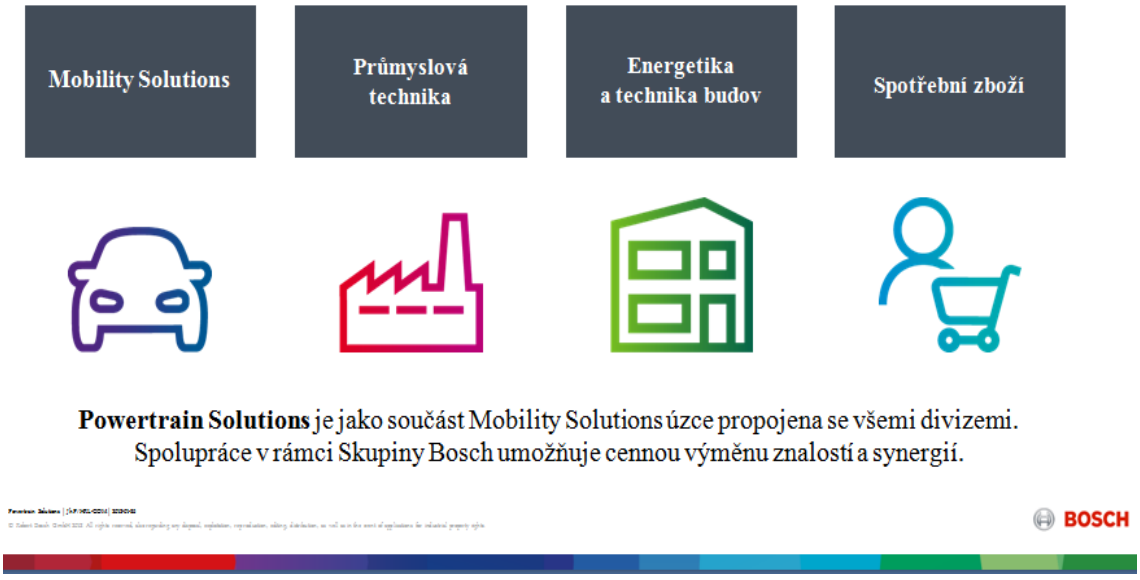
Obrázek č. 10: Společnost Bosch v České Republice (Zdroj: 39)

3.4 Bosch Diesel, s. r. o.

Společnost Bosch Diesel, s. r. o sídlící v Jihlavě byla založena v roce 1993. Z tehdejších 160 zaměstnanců (stav k roku 1994) se počet pracovníků postupně navyšoval. Tím se společnost Bosch Diesel, s. r. o, stala celosvětově největším výrobním závodem vyrábějící moderní a inovativní dieselové vstřikovací systémy označované jako Common Rail (39).

Od počátku vzniku společnosti investovala skupina Bosch do tohoto závodu více než 880 milionů eur. V současné chvíli zaměstnává společnost zhruba 4 305 zaměstnanců, díky čemu se stala největším zaměstnavatelem a zároveň i investorem v kraji Vysočina (39).

Bosch Diesel, s. r. o. se řadí pod skupinu Powertrain Solutions, která je součástí divize označované jako Mobility Solutions viz obrázek č. 11 (39).



Obrázek č. 11: Organizační uspořádání v rámci Bosch Group (Zdroj: 39)

Mezi hlavními výrobky společnosti Bosch Diesel, s. r. o. patří dieselová vysokotlaká vstřikovací čerpadla, vysokotlaké zásobníky neboli raily a tlakové regulační ventily. Výroba komponent, pro dieselový vstřikovací systém, je v Jihlavě rozdělena do 3 závodů, mezi kterými je zabezpečena tzv.“SHUTTLE“ autobusová doprava (39).

Fotografický půdorys jednotlivých závodů zobrazuje obrázek č. 12.

Obrázek č. 12: Závody společnosti Bosch Diesel, s. r. o. (Zdroj: 39)

První závod se nachází na ulici Humpolecká. V tomto závodu se vyrábí starší typy rotačních a řadových čerpadel a probíhají zde sériové repase. Druhý závod je umístěn v části Jihlavy označované pod názvem Na Dolech. V tomto závodu je soustředěna pozornost na produkci zásobníků paliva (Railů) a přetlakových ventilů. Ve třetím a zároveň i největším ze závodů nacházejícím se v blízkosti hlavního tahu dálnice D1 na ulici Pávovské, se vyrábí čerpadla nových generací pro různé typy vozidel. Od roku 2018 se zde začínají vyrábět nová čerpadla označovaná názvem CPN6 (39).

3.4.1 Portfolio vyráběných produktů ve společnosti Bosch Diesel, s. r. o.

Jak už bylo zmíněno výše, Jihlavský závod se zaměřuje na výrobu komponent pro dieselové vstřikovací systémy Common Rail. Podrobnější specifikace portfolia společnosti Bosch Diesel, s. r. o. je uvedena níže.

- *CP3 čerpadla* - představují dieselové vysokotlaké čerpadla systému Common Rail na kterých je prováděna montáž jednotlivých komponent. Z výrobních linek společnosti Bosch Diesel, s. r. o. jsou produkována již hotová tělesa a také drobné dílce těchto čerpadel (40).
- *CP4 čerpadla* - vznikají výrobu vysokotlakých těles systému Common Rail, jejichž součástí při výrobním programu je výroba čerpadla, montáž čerpadla a výroba příruby (40).
- *Raily* - lze také zařadit do systému Common Rail, kdy tento výrobek představuje tzv. zásobník, ve kterém je pod tlakem rozváděno palivo z čerpadla za pomocí kterého se dostává do jednotlivých vstřikovacích jednotek. V Jihlavském závodě

probíhá výroba velkých i malých těles railu. Je zde zahrnuta kompletní montáž jednotlivých komponentů od senzorů až po omezovací a ochranné ventily (40).

- *DRV ventily* – tyto ventily v Jihlavském závodě nejprve procházejí technologickou přípravou a poté se uskutečňuje jejich výroba. Tlakového regulačního ventily jsou také součástí systému Common Rail. DRV ventil zabezpečuje regulaci tlaku paliva uskutečňovaného mezi čerpadlem a motorem vozidla. Vyrábí se ve dvou základních typech, DRV1 a DRV2 (40).
- *CPN5 čerpadla* - patří mezi řadová čerpadla, jejichž součástí jsou vysokotlaké písty. Tato čerpadla nachází své uplatnění hlavně u těžkých užitkových vozů střední třídy. Navíc Jihlava je mateřským a zároveň i jediným výrobním závodem v Evropě toho typu, kde jsou čerpadla vyráběna (40).
- *CPN6 čerpadla* – patří mezi nový náběh společnosti Bosch Diesel, s. r. o., kdy se s výstavbou pro jejich výrobu začalo v červnu loňského roku. Toto vysokotlaké čerpadlo je konstruováno na těžkých čerpadlech Bosch Common Rail. Tento typ je navržen pro náročné procesy využívaných na dálnici i mimo ní (39).

3.4.2 Organizační struktura

Na úplném vrcholu organizační struktury společnosti Bosch Diesel, s. r. o. zaujímají pozici dva ředitelé, kdy prvním ředitelem je technický ředitel Stefan Hamelmann, vedle kterého disponuje s rozhodovacími právy ekonomický ředitelem Ralph Klaus Carle. Každý z ředitelů zodpovídá za svou svěřenou oblast. Ve věcech PR, vedení projektů a vystupování na společenských akcích vystupují oba ředitelé společně.

Jejich úkolem je sledování strategických cílů, kontrola plnění stanovených plánů, reprezentace společnosti, zabezpečení chodu společnosti, prosazování firemní kultury, jednání v právních úkonech, koordinace jednotlivých projektů, zajištění spolupráce mezi různými odděleními a další.

Diagram organizační struktury společnosti Bosch Diesel je podrobněji uveden v Přílohách této diplomové práce. Organizační struktura společnosti je rozčleněna na jednotlivá oddělení, která jsou navíc dále členěna podle kompetencí ředitelů.

3.4.2.1 Oddělení řízené technickým ředitelem

Technický ředitel, kterým je v současné době Stefan Hamelmann, je kompetentní osobou, která rozhoduje za výrobní oddělení, technické oddělení a za úseky, které se podřizují centrále. Tato oddělení se dále dělí na menší úseky, podle druhu výrob nebo činností, které jsou potřebné ve společnosti zabezpečit jako je například zajištění kvality výrobků, procesů nebo péče o zaměstnance. Jednotlivá oddělení jsou uvedena níže.

Výrobní oddělení (39)*:*

- MFR – výroba railů a DRV;
- MFP – výroba čerpadel CP3;
- MFH – výroba čerpadel CP4 a CPN5;
- MFB – repase čerpadel.

Technické oddělení (39)*:*

- QMM – management kvality, péče o zákazníky, údržba a zlepšování kvality;
- TEF – management nástrojů, údržba strojů a zařízení, správa dokumentace; vytváření a optimalizace NC programů;
- FCM – správa budov, hasiči, ostraha a zabezpečení závodu;
- BPS – oddělení zaměřující se na Bosch Production Systems;
- HSE – ochrana životního prostředí, BOZP, chemická laboratoř.

Úseky podřízené centrále dieselových systémů (39)*:*

- ETC – dlouhodobá zkušebna;
- ERR – vývoj Railů a DRV.

3.4.2.2 Oddělení řízená ekonomickým ředitelem

Zbylou část činností nezbytných pro úspěšné fungování společnosti zabezpečuje Ralph Klaus Carle, mezi něž patří tato oddělení (39):

- HRL – personální oddělení;
- CFA – controlling, finanční účtárna, oddělení nákupu;
- LOG – odesílání zboží, celní dokumentace, logistika obalů, plánování;

- DBE – oddělení pro neustálé zlepšování procesů;
- ICO, CI – IT oddělení;
- PQA – technický nákup, vstupní kontrola dílců.

3.4.3 Zaměstnanci

Společnost Bosch Diesel, s. r. o. v současné době zaměstnává 4 305 zaměstnanců. Zaměstnanci jsou rozděleni do 3 skupin, podle toho jakou pozici vykonávají. Z důvodu německé mateřské společnosti, je označení jednotlivých skupin pracovníků uvedeno pod zkratkami z německého jazyka (39).

Společnost rozděluje své zaměstnance na (39):

- ANG (angestellte) – technicko-hospodářské pracovníky;
- IND (indirekte) – nepřímé výrobní pracovníky;
- DIR (direkte) - přímé výrobní pracovníky.

Převládající skupinu zaměstnanců tvoří přímí výrobní pracovníci (DIR), kteří zabezpečují hlavní výrobní a obsluhující procesy (39).

Další možností, jak lze zaměstnance rozčlenit, je podle pracovního vztahu, na pracovníky vedené přímo pod společností Bosch Diesel, s. r. o., označovány společností jako kmenoví zaměstnanci nebo zaměstnanosti u pracovní agentury, která jim práci pouze zprostředkovává u společnosti Bosch Diesel, s. r. o. (39).

3.4.4 Zákazníci

Přehled jednotlivých zákazníků společnosti Bosch Diesel, s. r. o. zachycuje obrázek č. 13, kde je uvedeno rozčlenění zákazníků podle zemí, kam jsou hotové výrobky odesílány. Nejvíce zákazníků pochází z Evropy, jejich podíl zaujímají 68% objednávek. Další zemí vytvářející velký podíl na objednávkách představuje Asie, která se podílí 22%, třetím kontinentem, kam jsou výrobky nejvíce odesílány, je Amerika, kdy se výše objednaných produktů pohybuje okolo 11% z celkových objednávek (39).

V celkovém souhrnu se jedná o 93 zákazníků, jejichž společnosti se nachází ve 25 zemích světa. Za přední zákazníky lze například zmínit značky osobních vozů BMW, Audi, Peugeot, Jaguar, Volkswagen, Daimler, Citroen, Renault, ze zemědělské techniky značku John Deere a z nákladních vozů značku Tatra (39).

Obrázek č. 13: Zákazníci společnosti Bosch Diesel, s. r. o. (Zdroj: 39)

3.4.5 Informační systém

Ve společnosti Bosch Diesel, s. r. o. je používán jednotný podnikový informační systém pro plánování podnikových zdrojů, který bývá označován zkratkou ERP (Enterprise Resource Planning) (39). Pomocí tohoto systému se řídí a integrují veškeré činnosti probíhající ve společnosti, od plánování, zásobování, nákup, marketing, prodej, finance, personalistiku až po logistiku, expedici a další.

Pro plánování zdrojů je používá informační systém od společnosti Sap model SAP/R3. V tomto modelu jsou obsaženy jednotlivé moduly pro všechny činnosti, které potřebuje společnost řídit a analyzovat. Pro příklad lze uvést moduly využívané na oddělení logistiky, a to modul IM (Inventory Management), který slouží pro evidenci zásob, plánování výroby nebo objednávání dílců a modul WM (Warehouse Managment), který je využíván pro řízení skladů a logistických procesů.

Za účelem interní komunikace mezi zaměstnanci lze použít několik způsobů. Pro online komunikaci lze využít Skype v business verzi pro společnosti, která umožňuje

telekonference, písemnou formu komunikace, video hovor nebo nasdílení plochy, pro lepší názornost řešené problematiky. Další možností písemné online komunikace je využití e-mailové zprávy pomocí systému Outlook od společnosti Microsoft.

Hlavním informačním kanálem pro získávání informací slouží intranet společnosti nazvaný BGN (Bosch Global Network) a Bosch Connect, díky kterému jsou propojeni všichni zaměstnance mezi všemi celosvětovými závody, toto propojení by se dalo přiřadit k principu interního "Facebooku" nebo "Googlu".

Dalšími možnými zdroji pro zjištění informací jsou tzv. infokiosky, které jsou umístěny po celé společnosti nebo podnikový časopis nazývaný Bulletin, který je vydáván v pravidelných měsíčních intervalech. Ve společnosti nechybí ani klasické informační nástěnky, které doplňují moderní velkorozměrové televize prezentující sdělení společnosti svým zaměstnancům.

3.4.6 Získaná ocenění

Za dobu svého působení získala společnost Bosch Diesel, s. r. o. řadu certifikátů a ocenění z oblasti Bezpečnosti práce, Ochrany životního prostředí, Managementu kvality, Exportu a dodávek i z oblasti nazývané jako Audit Rodina a zaměstnání (39).

Na mezinárodní úrovni byla oceněna certifikátem Management kvality: ISO 9001:2000, TS/ISO 16949; certifikátem Management ochrany životního prostředí: ISO 14001:2004; certifikátem Management bezpečnosti a ochrany zdraví při práci: OHSAS 18001:2007 a certifikátem „Bezpečný podnik" (39).

Na národní úrovni získala certifikát "Investora roku" (2001 a 2004), "Exportéra roku" (od roku 2001 pravidelně), "Zaměstnavatele regionu" a cenu "Audit rodina a zaměstnání" (2013, 2014) (39).

V roce 2011 se společnosti podařilo získat ocenění "Národní cena kvality ČR", kdy při tomto hodnocení získala nejvíce bodů za celou dobu vyhlašování ceny, které byly uděleny od roku 1995 (39).

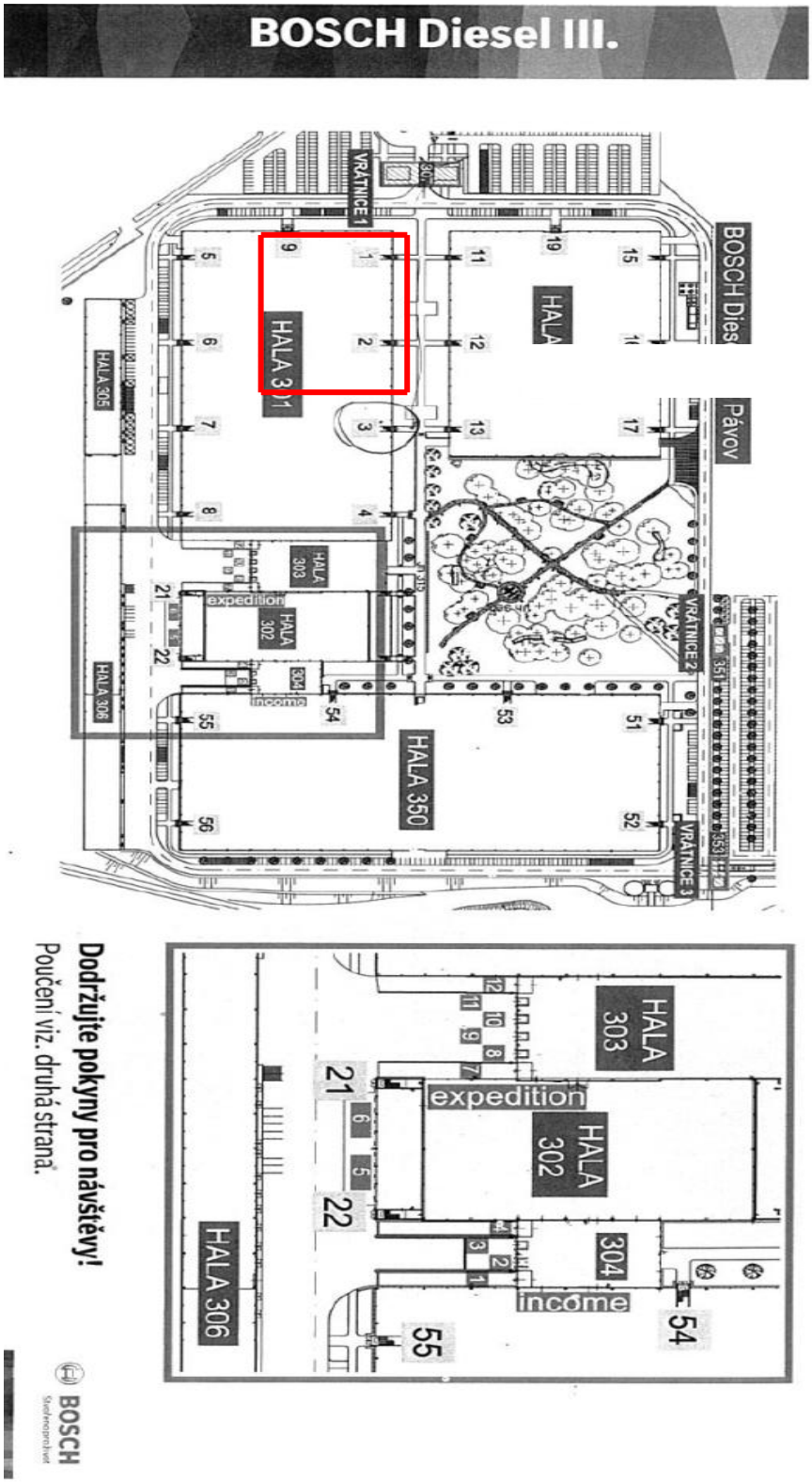
V loňském roce byla společnost oceněna titulem “Exportér s největším objemem exportu pro rok 2017 v Kraji Vysočina“, kdy zároveň získala i páté místo v kategorii „Objem exportu 2017“ velkých exportérů nad 500 mil. Kč. Také získala sedmé místo z oblasti “Objem exportu 1993 -2017“ (41).

Ocenění bylo udělováno sdružením Středního podnikatelského stavu a Asociací na podporu podnikání v České republice (41).

Obrázek č. 14: Získaná ocenění společnosti Bosch Diesel, s. r. o. (Zdroj: 39)

3.4.7 Lokalizace expedice a balící dílny pávovského závodu

Pávovský závod je koncipován do třech větších výrobních hal (301, 310, 350), které propojují halu příjmu (304), halu expedice (302) a halu balící dílny (303) do vzájemně propojené infrastruktury. Schéma celého závodu lze vidět na obrázku č. 15.



Obrázek č. 15: Schéma pávovského závodu (Zdroj: 39)

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola diplomové práce se bude zabývat analýzou současného stavu vybrané společnosti. Pomocí PESTLE analýzy budou popsány makroekonomické faktory působící na společnost. Pro analýzu vnitřních činitelů bude na společnost nahlíženo pomocí Porterova modelu 5 sil. Následně bude analyzován materiálový tok ve vybrané společnosti a v závěru bude uvedena závěrečná SWOT analýza, která poslouží jako základní východisko pro navržení nového řešení vedoucího ke zlepšení současných materiálových toků společnosti Bosch Diesel, s. r. o.

4.1 PESTLE analýza

Pomocí PESTLE analýzy bude společnost analyzována z pohledu makroekonomických ukazatelů, které ji v rámci podnikatelské činnosti ovlivňují. Budou definovány všechny faktory, které analýzu tvoří.

4.1.1 Politické faktory

Politická situace v České republice je v posledním období poměrně nestálá, posty jednotlivých ministrů jsou poměrně často střídány novými tvářemi, vznikají a zanikají jednotlivá politická uskupení a funkce premiéra vlády je v současné době stále více diskutovaná, z hlediska finančních nejasností a přidělování státních zakázek společnostem, které jsou v jeho vlastnictví, nebo ve kterých je participativní osobou.

Z hlediska moci lze označit Českou republiku za demokratický stabilní stát v čele s úřadujícím prezidentem, kde každý občan má svá práva a povinnosti a je chráněn ústavou. To samé platí i pro působení obchodních společností, které jsou na jedné straně chráněny před poškozením své podnikatelské činnosti a na druhé straně jsou vyzývány k dodržování pravidel při jejím působení na tuzemském i mezinárodním trhu.

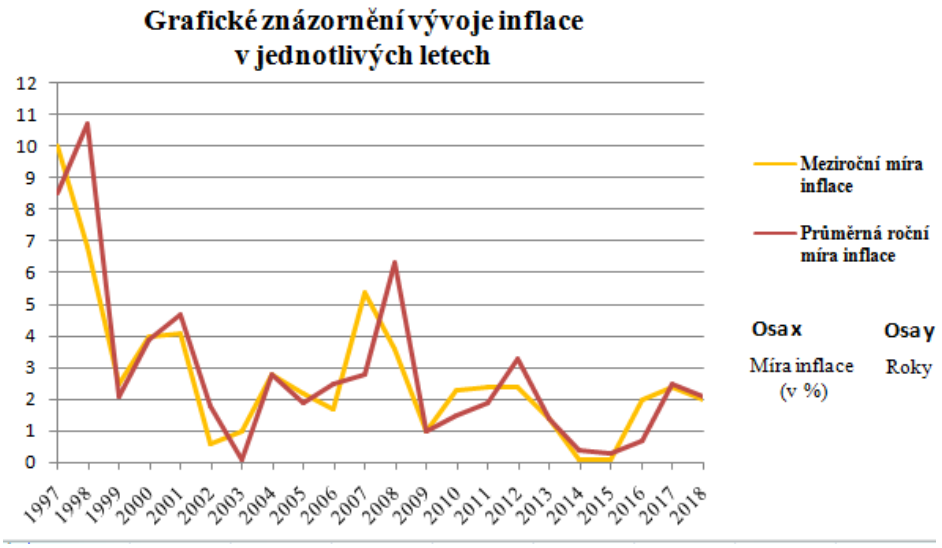
4.1.2 Ekonomické faktory

Česká republika se řadí mezi vyspělé země s nejrozvinutější ekonomikou světa. V rámci postkomunistických zemí ji lze označit za nejvíce prosperující. Ekonomická situace České republiky je ekonomy pro rok 2018 vyhodnocena za příznivou (42).

Ekonomika České republiky v rámci hospodářských cyklů v posledních letech zaujímá vrcholnou fázi, tedy období růstu, o čemž svědčí i nárůst Hrubého domácího produktu o 3 % (očištěná hodnota o cenové vlivy a sezónnost). Růst HDP zapříčinila zvýšená domácí poptávka po tvorbě hrubého fixního kapitálu, a také výdaje občanů na konečnou spotřebu domácností (42).

Dalším důležitým ekonomickým ukazatelem je průměrná míra inflace vyjádřena přírůstkem průměrného ročního indexu spotřebitelských cen, která udává procentní změnu průměrné cenové hladiny za posledních 12 měsíců oproti průměru předcházejícího roku. Inflace bývá měřena podle jednotlivých vah, které jsou měřeny u základních položek nacházejících se ve spotřebitelském koši, který je sestaven na základě vládních norem. Průměrná roční inflace pro prosinec roku 2018 činila 2,1%. Podle zjištěných statistik byla hodnota o 0,4 procentního bodu nižší než v roce 2017 (43).

Vývoj v jednotlivých letech uvádí graf č. 1, který zachycuje, jak meziroční míru inflace vyjádřenou žlutou spojnicí, tak i průměrnou roční míru inflace, která je označena červenou spojnicí.



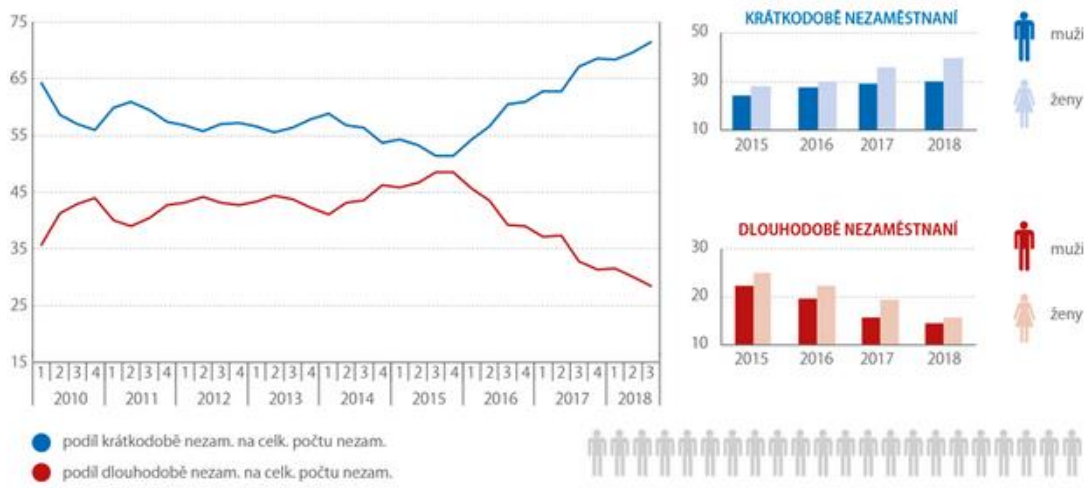
Graf 1: Míra inflace České Republiky v jednotlivých letech (Vlastní zpracování podle zdroje: 43)

4.1.3 Sociální faktory

Mezi základní sociální faktory, které ovlivňují aspekty podnikatelského subjekty, a které jsou zkoumány z hlediska sociálního pohledu, patří výše nezaměstnaných osob, která je stanovována pomocí míry ukazatele nezaměstnanosti nebo demografický faktor, kterým je vývoj populace, tedy růst či pokles potenciální pracovní síly na trhu práce.

Z hlediska míry nezaměstnanosti lze konstatovat, že se situace začala zlepšovat po roce 2008, kdy v této době postihla Českou republiku ekonomická krize. V období mezi rokem 2012 a 2013 činila míra nezaměstnanosti 7 %. Postupně se tento rovnovážný stav začal měnit a počet nezaměstnaných osob se konstantně snižoval až na hodnotu necelých 3%, ke kterému došlo v roce 2017. V porovnání s předchozím obdobím se míra nezaměstnanosti v roce 2018 nesnižovala tak strmě, jako v předchozích letech, ale i přesto byl pokles zaznamenán (44).

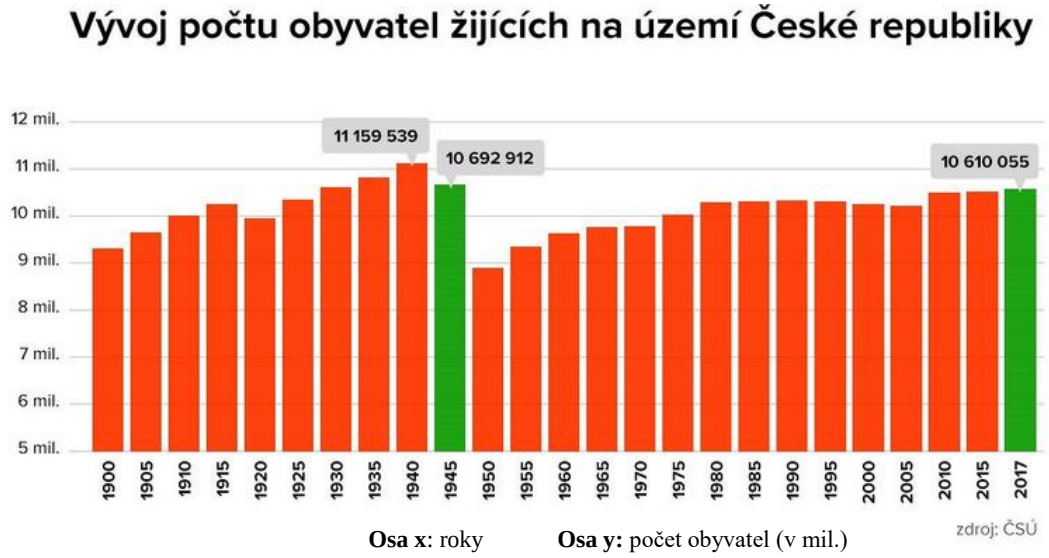
Jednotlivé výkyvy této míry lze spatřit na přiloženém grafu č. 1, kde je nezaměstnanost zachycena dvěma křivkami, a to z pohledu krátkodobé a dlouhodobé nezaměstnanosti za jednotlivá čtvrtletí vybraných let. Graf zahrnuje i porovnání na základě pohlaví nezaměstnaných osob (44).



Graf 2: Podíl krátkodobě a dlouhodobě nezaměstnaných osob v ČR (v %) (Zdroj: 44)

Z hlediska vývoje populace, dosáhla Česká republika, podle údajů Českého statistického úřadu z posledního měření k 30. září roku 2018 čísla **10 637 794** obyvatel. Při porovnání

s předchozím rokem došlo podle statistik k nárůstu o 31 tisíc obyvatel. Tato hranice 10, 6 milionu obyvatel byla naposled pokořena v závěru druhé světové války. K nárůstu obyvatelstva významně přispěla i migrace obyvatelstva, kdy v minulém roce Česká republika zaznamenala nárůst o 28 tisíc obyvatel, touto hodnotou překonala hranici z roku 2010 (46). Vývoj v jednotlivých letech lze sledovat na grafu č. 3.



Graf 3: Demografický vývoj obyvatel ČR (Zdroj: 45)

4.1.4 Technické a technologické faktory

V současné době dochází v těchto oblastech k velkým a stále rychlejším změnám. Rychlým rozvojem lze označit stále více automatizované procesy, rozvoje výpočetní, informační a komunikační technologie.

Z hlediska nástupu nových technologií je vynakládán delší čas na oblast vývoje a výzkumu vyráběných produktů. Naopak se tempo výrobních cyklů zkracuje díky vyšší úrovni automatizovaných procesů, kterými lze uspokojit poptávku zákazníka rychleji.

V současné době je společnost ovlivňována tzv. 4. průmyslovou revolucí, která s sebou přináší rozvoj digitalizace a automatizace. Prostřednictvím digitalizace a automatizace dochází ke zkvalitňování a zrychlování procesů v celém životním cyklu výrobku, kdy jsou výrobky vyráběny v tzv. Digitálních továrnách.

„Digitální továrna (Digital Factory) je virtuálním obrazem reálné výroby, který zobrazuje výrobní procesy ve virtuálním prostředí.“ (46)

Snahou digitálních továren je datové digitální propojení všech tří oblasti pomocí systému PDM (Production Data Management), který po celou dobu životního cyklu výrobku PLM (Produkt Lifecycle Management) je vytvářen pomocí simulace a 3D vizualizace (47).

4.1.5 Legislativní faktory

Pro zajištění správného fungování státu a složek, které jej vytváří, byla vydána opatření, nařízení, zákony a normy, kterými se každý obyvatel státu České republiky musí řídit. Stejně tak se těmito legislativními nařízeními musí řídit i podnikající subjekty, které na území České republiky působí nebo s ní obchodují.

Stupeň vládní intervence postihuje všechny podnikatelské subjekty, které v České republice podnikají. Touto vládní intervencí je usměrňována sazba daňových odvodů, míra zdanění příjmů fyzických a právnických osob, spotřební daň, silniční daň a míra odváděného sociálního a zdravotního pojištění za jednotlivé zaměstnance společnosti.

Vybraná společnost, v rámci podnikání na území České Republiky, se musí řídit zákony a nařízeními této země a dodržovat její legislativu.

Mezi základní zákony, které by měla dodržovat a respektovat, patří následující (48):

- Zákon č. 121/2000 Sb., O právu autorském, o právech souvisejících s právem; autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon);
- Zákon č. 526/1990 Sb., O cenách;
- Zákon č. 235/2004 Sb., O dani z přidané hodnoty;
- Zákon č. 586/1992 Sb., O daních z příjmů;
- Zákon č. 280/2009 Sb., Daňový řád;
- Zákon č. 219/1995 Sb., Devizový zákon;
- Zákon č. 89/2012 Sb., Občanský zákoník;
- Zákon č. 513/1991 Sb., Obchodní zákoník;
- Zákon č. 102/2001 Sb., O obecné bezpečnosti výrobku a o změně některých zákonů (zákon obecné bezpečnosti výrobků);

- Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce;
- Zákon č. 435/2004 Sb., O zaměstnanosti.

4.1.6 Ekologické faktory

V současné době v rámci trvale udržitelného rozvoje je stále více kladen důraz na environmentální prostředí a důsledky, které vznikají špatným chováním lidské společnosti k přírodě, a proto je snaha negativní dopady co nejvíce eliminovat.

V rámci strojírenského závodu, do kterého patří vybraná společnost, jsou realizovány výrobní procesy prostřednictvím vstupů a výstupů. Mezi nejvýznamnější patří vstupy materiálové a vstupy energetické. Při jejich zajišťování dochází k významnému ovlivňování kvality životního prostředí.

Pro strojírenský závod představují stránku vstupů hutnické, chemické a petrochemické materiály. Jedná se o železné a neželezné kovy ve formě čistých kovů, slitin hutnických polotovarů, různé druhy plastů, pohonné hmoty a maziva.

Při tvorbě výstupů vznikají ve výrobních společnostech odpady, které jsou tříděny do příslušných kontejnerů podle toho, o jaký druh se jedná (plast, sklo, karton, kov). Odpady se dělí do dvou skupin, a to na recyklovatelné a na nerecyklovatelné, které jsou určené k likvidaci a jejich další použití není možné.

Mezi hlavní ekologické zákony, kterými se společnosti musí řídit, patří (49):

- Zákon č. 309/1991 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami;
- Zákon č. 14/1998Sb. o vodách, zabraňující znečištění hydrosféry;
- Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., ukládající povinnost předcházet vzniku odpadů, a pokud odpad vznikne, tak nutnost jeho třídění a recyklace;
- Zákon o obalech č. 477/2001 Sb.

4.2 Porterův model 5 sil

Pomocí Porterova modelu 5 sil bude zhodnocena atraktivita prostředí trhu, ve kterém společnost Bosch Diesel, s. r. o. působí. Hodnocení bude provedeno z hlediska potenciálních konkurentů, stávajících konkurentů, odběratelů, zákazníků a substitutů, kterými lze výrobek nahradit.

4.2.1 Riziko vstupu potenciálních konkurentů

Společnost Bosch patří mezi celosvětově proslulou značku, o kterou se zasloužila díky dlouholetému působení na českém i zahraničním trhu. Jméno společnosti je spjato s vysokou kvalitou vyráběných produktů.

Pokud by chtěl vstoupit na trh nový konkurent, musel by překonat několik náročných podmínek, aby mohl společnosti konkurovat. Musel by disponovat vysokým počátečním kapitálem na vystavění výrobních hal, na pořízení nejmodernějších strojů, na zabezpečení lidských zdrojů, na provedení výzkumu a vývoje technologických postupů pro realizaci produktů.

Dále by musel udržet cenovou hladinu na podobné úrovni jako společnost Bosch Diesel, s. r. o. a přiblížit kvalitě a kvantitě vyráběných produktů, aby získal zákazníky pro svůj produkt. Kvalitu a kvantitu vybrané společnosti lze těžko překonat, pyšní se 1,8 chybnými čerpadly na milion vyrobených produktů.

Hodnota, zaručující vysokou kvalitu, je podle hodnocení Six Sigma nastavena na 3,4 ppm vyrobených produktů. Jak lze vidět, společnosti Bosch Diesel, s. r. o. se daří vyrábět mnohem méně chybových čerpadel, z toho lze usoudit, že výrobky jsou na vysoce kvalitní úrovni a nastupující konkurent by měl obtížnou situace tuto hranici překonat. Dalším způsobem, kterým si společnost zabezpečuje své místo na trhu, je dodržováním principů TQM, uplatňováním modelu PDCA a vyznáváním BPS standardů.

Hrozbou pro společnost Bosch Diesel, s. r. o. by mohl být konkurent, který by vstoupil na trh s komponenty, které by byly navržené pro nastupující generaci tzv. elektromobilů. Společnost Bosch Diesel, s. r. o. už své portfolio přizpůsobuje tomuto novému trendu, ale pokud by se na trhu “bleskově“ objevila společnost, která by měla zaměřené portfolio přímo na tento trend, mohla by společnost potencionálně ohrozit.

4.2.2 Stávající konkurenti v odvětví automobilového průmyslu

Pokud bude pozornost věnována pouze českému trhu, lze říci, že tato společnost nemá na tuzemském trhu žádného většího konkurenta, který by její působení ohrožoval. Na českém trhu neexistuje společnost, která by měla stejné nebo podobné portfolio vyráběných produktů jako společnost Bosch Diesel, s. r. o. Své neohrozitelné místo na trhu si vybudovala díky unikátním produktům, které vyrábí za použití nejmodernějších technologií a postupů.

V rámci mezinárodní úrovně existuje na stejném trhu několik společností, jejichž výrobní portfolio se analyzované společnosti podobá, ale není úplně stejné. Proto zásadní ohrožení na mezinárodním trhu není v současné době považována za prioritní.

Mezi největší konkurenty společnosti na mezinárodním trhu lze zařadit:

→ Continental, Delphi, Magneti Marelli, Denso, Siemens a L´Orange.

4.2.3 Vyjednávající síla zákazníků

Stranu zákazníků představují odběratelé, jejichž objednávky jsou vytvářeny na velkoobjemové množství produktů. Odběrateli jsou tedy společnosti a ne koncoví zákazníci (trh B2B). Proto malá míra vyjednávající síly je ze strany odběratelů možná. Pokud společnost nebude mít zákazníka, nebude mít odbyt výrobků, nebude ani moci hradit své náklady a nebude vytvářet zisk, nebude ani úspěšná.

Ovšem na druhou stranu je společnost Bosch Diesel, s. r. o. mezinárodní společností, která má velké množství zákazníků, proto potenciální hrozba přicházející od jednoho zákazníka, by nebyla pro společnost likvidující.

Z pohledu více zákazníků by mohl být vyvíjen nátlak na snížení ceny nakupovaných výrobků. Tento nátlak by ale nebyl zřejmě účinný, protože společnost už tím, že používá nejmodernější technologie, které modernizují a zrychlují výrobu, snižují cenu na nejnižší možnou úroveň, než by tomu bylo například u konkurenta, který by tyto technologie neměl. Navíc jak už bylo zmíněno výše, společnost žádného většího konkurenta doposud se stejným portfoliem na trhu nemá, proto pokud by zákazník

přemýšlel o změně prodejce, tak by mohla nastat situace, kdy nebude mít od koho si výrobek zakoupit, proto nastavená cenová hladina je zákazníky respektována.

4.2.4 Vyjednávající síla dodavatelů

Z pohledu dodavatelů, existuje možnost mírně vyšší vyjednávající síly než z pohledu zákazníků. Pokud společnost nebude mít z čeho vyrábět, nebude schopna prodávat své výrobky a nebude moci vykonávat svůj podnikatelský záměr a generovat zisk.

Možnost regulace ceny ze strany dodavatelů je společností Bosch Diesel, s. r. o. značně minimalizována. Společnost si je vědoma své silné pozice na trhu tím, že vyrábí ve velkých objemech a pyšní se proslulou značku mezi tuzemskými i mezinárodními zákazníky, jež byla oceněna několika certifikáty. Tato prestiž je atraktivní nejen pro odběratele, ale i pro dodavatele.

Pokud se stane vybraná společnost dodavatelem společnosti Bosch Diesel, s. r. o. má zaručenou větší jistotu odbytu materiálu než u menší společnosti, kterou by mohla ohrozit ekonomická krize. Stává se pro ni stabilním zákazníkem. Přidanou hodnotu - dodávat světové společnosti, má i atraktivita dobrého "jména" dodavatele, který lze v rámci PR svou společnost zbonitnit, a tím ji umožnit ucházet se o další prestižnější zakázky.

Proto nátlak ze strany dodavatelů na zvýšení ceny odebíraného množství společností není přípustný z důvodu možné rozvázání spolupráce a nahrazení dodavatelem, který by požadavky společnosti Bosch Diesel, s. r. o. akceptoval.

4.2.5 Hrozba substitučních výrobků

V současné době nastupujících elektromobilů, které jsou součástí další průmyslové revoluce, je hrozba substitučních výrobků výraznější, než tomu bylo v předcházejících letech, kdy produkty společnosti neměly žádný substitut.

Výrobní portfolio společnosti bylo zaměřeno na výrobu komponent systému Common Rail pro dieselové vstřikovací motory. V rámci přechodu automobilů na elektropohony

je společnost vystavěna hrozbě těchto substitutů. Proto své portfolio začíná přizpůsobovat zaváděním nové výrobní linky pro čerpadla označovaná jako CPN6 a začíná přecházet také na novou generaci elektropohonů.

4.3 Analýza materiálového toku v expedici s využitím RFID technologie

Materiálový a informační tok společnosti Bosch Diesel, s. r. o. bude analyzován na oddělení expedice, která zajišťuje proces balení, odvedení a vyexpedování již hotových CP4 čerpadel přímo k zákazníkovi. Proces materiálového toku bude popsán s využitím nově zavedené RFID technologie, díky které dochází k rychlejšímu, efektivnějšímu a méně chybnému odvádění čerpadel ze skladu.

Nejprve než bude analyzován materiálový tok CP4 čerpadel za pomocí RFID technologie, bude vysvětlen princip fungování a implementace této technologie na oddělení expedice – balící dílny.

4.3.1 RFID technologie v expedici

RFID technologie byla zavedena na oddělení expedice (úseku balící dílny) v roce 2017. Realizace projektu trvala přibližně tři čtvrtě roku, během kterého byla nová technologie nakoupena a implementována do procesu.

V první fázi projektu bylo nutné vybrat vhodného dodavatele RFID readeru, který bude splňovat požadavky na readery kladené. Bylo zapotřebí readeru, který probíhající procesy vizuálně znázorní obsluhujícím pracovníkům.

Za vhodného dodavatele byl zvolen reader od společnosti SICK. Podoba vybraného readeru je zobrazena na obrázku č. 16.

Obrázek č. 16: SICK RFID reader (Zdroj: 50)

Po výběru dodavatele RFID zařízení byla vytvořena objednávka na tuto technologii. Jakmile RFID technologie byla doručena, byly definovány procesy pomocí VSDiA. Dále byly nakonfigurovány systémy SAP a Crosstalk pro přenos dat.

Poté byly opatřeny kanbanové karty tzv. tagy, které umožňují bezkontaktní přenos dat. Následně byla nahraná data v tagech přiřazena ke kanbanovým kartám pomocí nasnímání každé kanbanové karty s tagem na readeru a zapsána do excelovského souboru, ve kterém byl vytvořen seznam všech nahraných typů čerpadel.

Po nahrání dat byly kanbanové karty opatřeny zeleným označením z důvodu snadné identifikace již nahraných karet od těch teprve čekajících. Při zavádění projektu bylo nahráno celkem 3396 kanbanových karet. V současné době se počet kanbanových karet postupně navyšuje o nově vyráběná čerpadla, které je nutné také vyexpedovat.

Posledním krokem před spuštěním projektu byla instalace 4 readerů do expedičního úseku balící dílny. Z těchto readerů byly 3 instalovány k balícím stolům pro odvádění čerpadel a 1 reader byl instalován pro smazání dat z použité kanbanové karty. Smazáním se rozumí proces vymazání historie provedeného úkonu pro opětovné použití kanbanové karty pro nově expedovanou zakázku.

4.3.2 Materiálový tok CP4 čerpadel

Materiálový tok CP4 čerpadel bude analyzován od fáze po výrobní, přes fází zabalení, vyexpedování až po fázi odeslání výrobků k zákazníkovi.

4.3.2.1 Vícecestné balení

Pro účely této diplomové práce jsem se zaměřila na materiálový tok CP4 čerpadel, která jsou balena a odesílána ve vícecestném balení tzv. KLT přepravkách. Množství a typ balení, tedy zda budou čerpadla na paletě odesílána v jednocestném nebo vícecestném balení, závisí na adrese zákazníka, kterému je zakázka odesílána. Pokud se jedná o odesílání do zámoří, odcházejí čerpadla ze společnosti v tzv. Pappboxech, tedy v papírových kartonech. Pokud je ale zákazník ze sousedních zemí, jsou čerpadla odesílána v KLT přepravkách, která se do společnosti od zákazníka opětovně vrací a lze je možné opět použít pro další přepravu.

Pro lepší vysvětlení procesu bude materiálový tok popisován na vybraném CP4 čerpadle s označením ***0445.010.634-6B4****. Proč je čerpadlo právě takto značeno, je vysvětleno níže.*

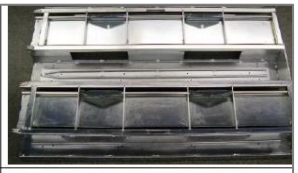
4.3.2.2 Systém značení čerpadel

Systém označení čerpadel je zvolen na základě 10-ti místného kódu, který přiděluje AA oddělení Roberta Bosche. Toto 10-ti místné číslo vzniká při zakládání úlohy pro uvolnění tzv. Freigabe.

První čísla materiálu 0445 udávají, že se jedná o pumpu. Kód 010 znamená označení typu ventilového rozvodu tzv. OHV. Číslo 6 označuje řadu s počtem válců čerpadla. Poslední dvojice čísel je tvořena posloupností - číslo 34 udává, že se jedná o 34. produkt od založení typu čerpadla do systému.

Po vyrobení čerpadla je k 10-ti místnému kódu přiřazen balící dílnou 3-místný index, který označuje, o jakého zákazníka se jedná a kam bude čerpadlo odesláno. Výsledným značením je tedy 13-místný kód, pod kterým jsou výrobky expedovány k zákazníkovi.

Po zvolení CP4 čerpadla s označením **0445.010.634-6B4** (jak bylo určeno výše) je zákazníkem společnost BMW. Čerpadlo 0445.010.634-6B4 je baleno a odesíláno podle grafického balícího předpisu v 96 kusech na paletě. Balící předpis tohoto druhu čerpadla je uveden na obrázku č. 17.

1.	16	KLT **6000.505.290**	
2.	16	Blister **6000.863.114**	
3.	16	Plastová krycí deska pro KLT **6000.610.255**	
4.	1	Adaptér paleta **6000.100.925**	
5.	4	Skate **6000.100.934**	
6.	1	Plastové krycí víko pro paletu **6000.101.047**	
7.	10m	Páska **6000.837.520**	

Obrázek č. 17: Balící předpis čerpadla 0445.010.634-6B4 (Zdroj: 39)

Podle balícího předpisu je vytvořena paletová jednotka, která je odesílána k zákazníkovi.

4.3.2.3 Fáze po výrobní

CP4 dieselová čerpadla jsou vyráběna na hale číslo 350, která se nachází v zadní části pávovského závodu. Po procesu výroby čerpadla, je jeho zhotovení odpovědným pracovníkem zaznamenáno do systému SAP. Tím je k výrobku přiřazeno 10-místné označení. Tedy pro zvoleného zástupce se jedná o označení **0445.010.634.** Následně

dochází k naskenování tzv. DMC kódu, jenž je umístěn přímo na vyrobeném čerpadle, aby byl zajištěn proces propojení kanbanové karty s informacemi o výrobku.

Kanbanovou kartou je myšlena zatavená cedulka, která uvádí základní informace o výrobku. To jak vypadá, lze spatřit na obrázku č. 18.

Číslo výrobku	0445.010.634 - 6B4		Specifikace	Hochdruckpumpe CP4. 1		0445.010.634 - 6B4
Středisko	PVB 490		Zákaznik	BMW		
Množství	96	Jednotky kusy	Typ nosiče	Europaleta		
Označení		Kód				
6B4		Číslo kanbanu	Množství kanbanu	Oddělení	Datum	
		2	60	LO3.2	16.1.2018	

Obrázek č. 18: Kanbanová karta (vlastní zpracování podle zdroje: 39)

Po systémovém zaznamenání čerpadla, dochází k převozu vyrobené dávky čerpadel pomocí automaticky řízenému Toyota milkrunu na oddělení expedice do úseku balící dílny umístěné v hale č. 303.

Na milkrunu jsou převážena vyrobená CP4 čerpadla v KLT přepravkách, které jsou stohovány do 4 pater nad sebe. Každá řada KLT přepravek je umístěna na tzv. skejtech, které jsou opatřeny 4 kolečky, aby manipulace s nimi byla snadná.

Po přijetí milkrunu do cílové stanice balící dílny, jsou čerpadla zaskladněna do dynamického supermarketu (obrázek č. 19) pracovníkem, který je označován na této pozici jako “Navažeč“. Ten zaveze skejty s čerpadly do příslušné dráhy supermarketu.

Obrázek č. 19: Dynamický supermarket (Zdroj: 39)

Tento proces musí být kromě fyzického přeskladnění zaznamenán i systémově, aby nedošlo k nesrovnalostem mezi stavem účetním a fyzickým a v případě potřeby bylo možné čerpadlo lokalizovat.

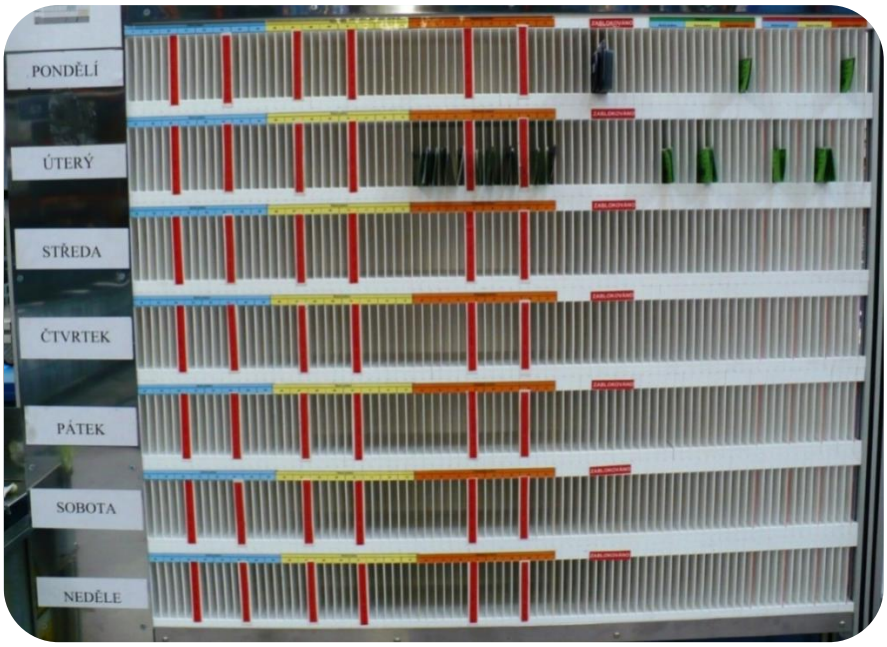
Nakvitování (zaznamenání do systému) probíhá tak, že pracovník pomocí ruční čtečky "nasnímá" čárový kód příslušné dráhy supermarketu a následně LE kód čerpadla ze skladového lístku, na kterém je uvedeno příslušné PVB (hospodářské) středisko. Tím proběhne proces zaskladnění a evidence čerpadla do systému SAP. Tímto způsobem se provede postup zaskladnění výrobků u všech dovezených skejtů. Proces kvitace je graficky znázorněn na obrázku č. 20.

Obrázek č. 20: Zakladnění skejtů do drah dynamického supermarketu (Zdroj: 39)

4.3.2.4 Fáze zabalení a odvedení CP4 čerpadel

Plán balení, tedy seznam čerpadel, která musí být pro daný den zabalena je rozvrhován pracovníkem plánovací logistiky, který musí při jeho tvorbě zohlednit harmonogram výrobního plánu a termínu odeslání, který je stanoven na základě plánovačů výroby, definovaný podle přijatých objednávek od zákazníků. Seznam toho, co se bude v daný den balit, je založen na principu seřazených kanbanových karet umístěných do tzv. Heijunky (obrázek č. 21) - plánovací tabule, kam jsou kanbanové karty vloženy na základě prioritních požadavků na expedování.

Hlavní jednotkou balícího plánu pro vybraný vícecestný materiál je ***paletová jednotka*** tzv. ***Handling Unit***. Ta obsahuje paletu, paletové víko a KLT přepravky, které jsou umístěny nad sebe, jejichž výše závisí na předem stanoveném balícím předpise, který stanovuje oddělení TEF na základě hledisek bezpečnosti, stohovatelnosti a neporušitelnosti čerpadel.



Obrázek č. 21: Plánovací tabule – Heijunka (Zdroj: 39)

Zde na balící dílně je čerpadlům přiřazen 3-místný index, tedy u zvoleného zástupce je přidán index **6B4**, tím se z 10-místného označení stává výrobek s 13-ti místným kódem (**0445.010.634-6B4)**.

Následujícím procesem po roztřídění kanbanových karet podle stanovených časů balení, je odebrání 13-ti místné kanbanové karty z Heijunky pracovníkem, který ji položí na stůl svého pracoviště. Kanbanová karta musí být mimo dosah RFID readeru, aby nebyla načtena dříve, než bude paletová jednotka zabalena. U balícího stolu si pracovník vyhledá v PC systému balící předpis pro konkrétní materiál, který je zrovna expedován. Balící předpis zobrazený na PC pomáhá pracovníkovi zvolit a kontrolovat správný postup balení materiálu vybrané zakázky a informuje ho, kolik čerpadel má být umístěno v jedné paletové jednotce.

Následně pracovník zvolí v aplikaci "OPCON PACKAGING" konkrétní typ baleného materiálu, (v našem případě čerpadla **0445.010.634-6B4)** a založí k němu paletovou jednotku. Jakmile je paletová jednotka založena, odebere pracovník skate s čerpadly z příslušné dráhy dynamického supermarketu (DSM). To v jaké dráze se čerpadla pro balenou zakázku nachází, nalezne na vizuální tabuli DSM. Ukázka tabule DSM je uvedena na obrázku č. 22.

Obrázek č. 22: Tabule dynamického supermarketu (Zdroj: 39)

Pokud je vybranému čerpadlu přiděleno více drah, postupuje se metodou FIFO („First in, First out“), kdy se řídí podle karty s číslem dráhy umístěné vlevo na vizuální tabuli DSM. Po zjištění, ve které dráze je čerpadlo umístěno, se odebre skate s čerpadly, který je zavezen do vychystávací dráhy u balícího pracoviště. Do této vychystávací dráhy je zavezen pouze materiál, který tvoří aktuálně balenou paletovou jednotku.

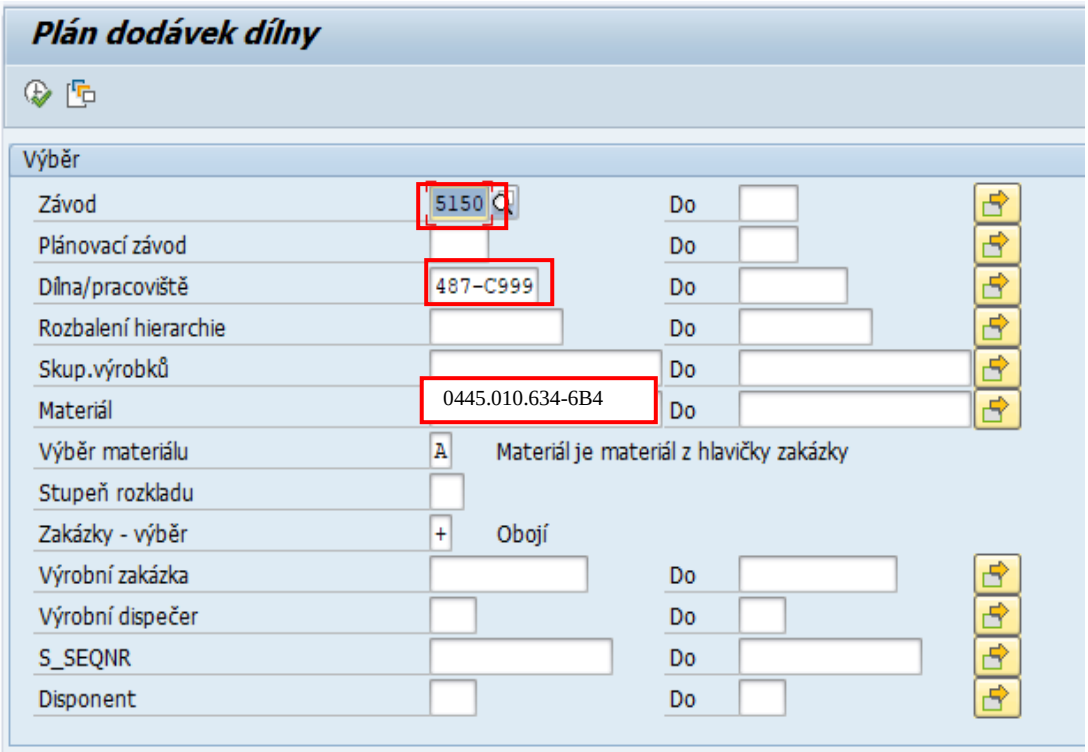
Potřebný balící materiál (paletu, paletové víko, strečovací folii, pytlíky...) si pracovník odebere na zásobovacím místě, které se nachází v blízkosti balícího pracoviště. Balící materiál musí být vždy předem nakvitován na příslušný sklad LOM-PVB490, aby mohl být použit pro zabalení zakázky.

Následně pracovník pomocí ruční čtečky naskenuje do aplikace Opcon 10-ti místný kód z výrobní kanbanové karty, kterou nalezne na víku vyvezeného skatu z DSM. Poté naskenuje DMC kód z jakéhokoliv tělesa čerpadla, jenž je součástí stejného skatu. Při načítání musí pracovník vždy kontrolovat, zda byla čerpadla do aplikace Opcon naskenována správně.

Výrobní 10-místné karty zůstávají na skatu až do úplného zabalení celé palety. Po procesu načtení DMC kódu, jsou KLT přepravky s čerpadly přeloženy pomocí vidlic manipulátoru na připravenou plastovou paletu. Stejnou metodou se přemístí všechna čerpadla, která patří do příslušné balené paletové jednotky. Pokud se stane, že paleta není zcela zaplněna, doplní se jednou vrstvou prázdných KLT přepravek a přiloží se k nim kartička s názvem "Empty". Po umístění KLT přepravek na paletu dochází k zastrečování a zapáskování celé paletové jednotky a proces balení je dokončen.

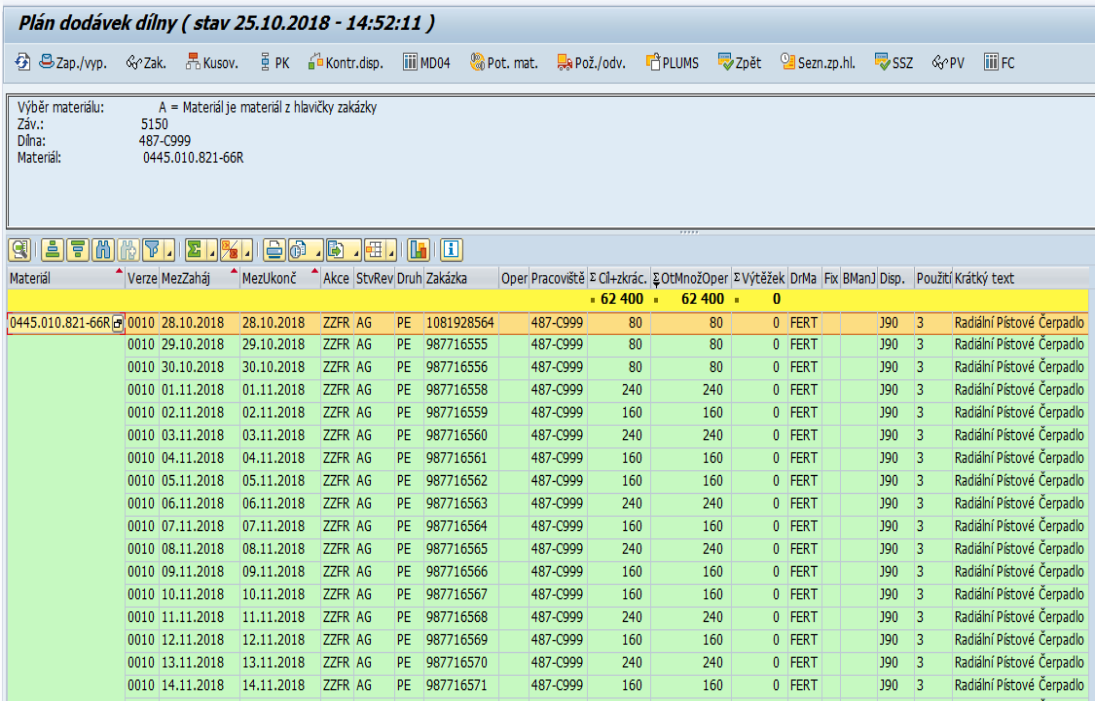
V této fázi přichází na řadu klíčová role RFID technologie.

Po zabalení je nutno odvést celou paletovou jednotku i v programu SAP. Pro odvedení (odepsání ze skladu) zabaleného materiálu je využito RFID technologie, která minimalizovala počet odváděcích kroků ze 4 operací na 1 operaci. Dříve musel pracovník při manuálním odvádění čerpadel v prvním kroku nejprve vypsat 13-ti místný kód a zadat místo pracoviště do příslušných políček transakce v SAP, jak lze vidět na obrázku č. 23.



Obrázek č. 23: 1. krok ručního odvádění čerpadla v programu SAP (Zdroj: 39)

Následně ve druhém kroku musel pracovník vybrat zakázku podle data odesílání (operace je zobrazena na obrázku č. 24). Bylo nutné dbát zvýšené pozornosti, aby nedošlo k záměně objednávky, kdy by mohla být balená čerpadla odeslána ke špatnému zákazníkovi.

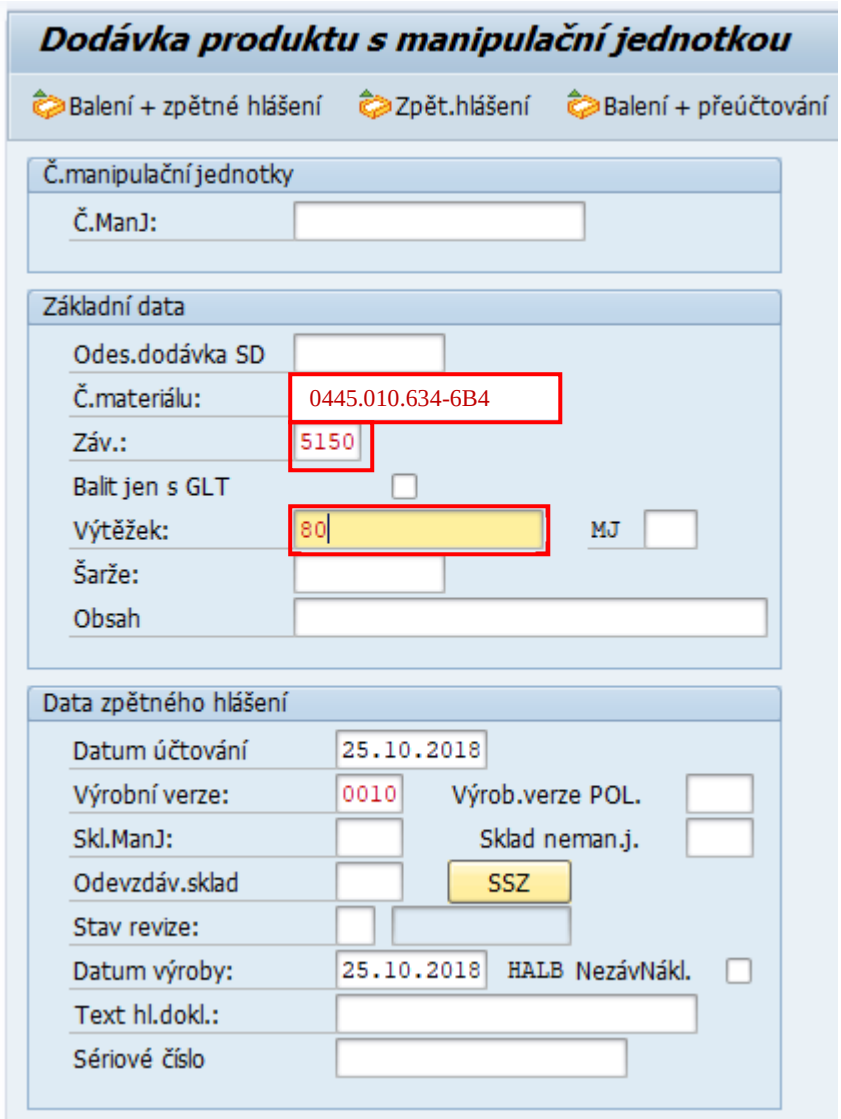


Materiál	Verze	MezZaháj	MezUkonč	Akce	StvRev	Druh	Zakázka	Oper	Pracoviště	Σ Cíl+zkrác.	ΣOtMnožOper	Σ Výtěžek	DrMa	Fix	BManJ	Disp.	Použití	Krátký text
										62 400	62 400	0						
0445.010.821-66R	0010	28.10.2018	28.10.2018	ZZFR	AG	PE	1081928564		487-C999	80	80	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	29.10.2018	29.10.2018	ZZFR	AG	PE	987716555		487-C999	80	80	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	30.10.2018	30.10.2018	ZZFR	AG	PE	987716556		487-C999	80	80	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	01.11.2018	01.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716558		487-C999	240	240	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	02.11.2018	02.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716559		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	03.11.2018	03.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716560		487-C999	240	240	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	04.11.2018	04.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716561		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	05.11.2018	05.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716562		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	06.11.2018	06.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716563		487-C999	240	240	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	07.11.2018	07.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716564		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	08.11.2018	08.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716565		487-C999	240	240	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	09.11.2018	09.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716566		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	10.11.2018	10.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716567		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	11.11.2018	11.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716568		487-C999	240	240	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	12.11.2018	12.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716569		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	13.11.2018	13.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716570		487-C999	240	240	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo
	0010	14.11.2018	14.11.2018	ZZFR	AG	PE	987716571		487-C999	160	160	0	FERT			J90	3	Radiální Pístové Čerpadlo

Obrázek č. 24: 2. krok odvádění čerpadel (Zdroj: 39)

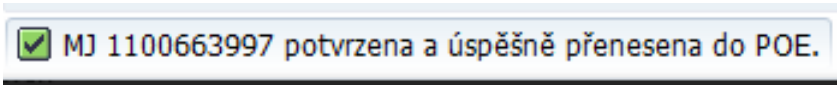
Ve třetím kroku musel obsluhující pracovník zapsat údaje o množství čerpadel, která byla balena pro konkrétní zakázku. Tento krok je zobrazen na obrázku č. 25.

Zde docházelo k překlikům na klávesnici, kdy bylo uvedené množství zapsáno ve špatném počtu. To zapříčinilo špatné odepsání čerpadel ze skladu, kdy při neprovedení opravy na správné množství zabalených čerpadel docházelo k odlišnostem mezi stavem účetním a stavem fyzickým a při nejasnostech muselo být vynaloženo větší úsilí a delší čas pro zjištění vzniklých rozdílů.



Obrázek č. 25: Zápis správného množství balených čerpadel do programu SAP (Zdroj: 39)

V posledním kroku muselo být pracovníkem potvrzeno tzv. zpětné hlášení (obrázek č. 26), aby byla zakázka úplně odvedena a uzavřena.



Obrázek č. 26: Potvrzení hlášení (Zdroj: 39)

Nyní pro odvádění čerpadel není potřeba těchto 4 kroků a díky RFID technologii stačí, pouhé přiložení 13-ti místné kanbanové karty k RFID readeru umístěného v blízkosti PC na pracovním stole a pomocí radiofrekvenčních vln jsou data z tagu kanbanové karty přeneseny a nahrány do systému SAP. Přenos dat je vizualizován pomocí signalizačního

světla. Pokud se dioda na RFID readeru rozsvítí zeleně, je přenos dat úspěšný a nastane automatické vytištění dokumentů s HU čísly pro vyexpedování zakázky.

Pomocí této technologie je proces efektivnější, méně chybný a jednodušší. Odvádění pomocí RFID se urychlilo o 0,4 minutu na paletu a při ročním zhodnocení nastala úspora nákladů ve výši 158 000 Kč.

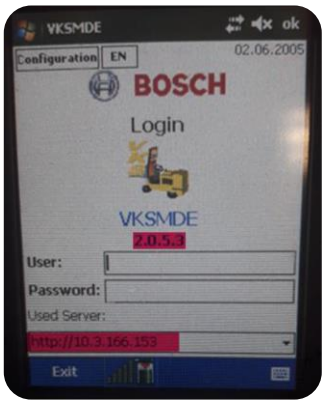
Jakmile je paletová jednotka zabalena, opatřena VDA etiketou, skladovým lístkem, dokumenty pro zákazníka a je na ní přilepena kanbanová karta z 13-místným kódem, je z balícího pracoviště za pomocí manipulační techniky odvezena na vyznačenou plochu, kde se shromažďují zabalené zakázky. Následně jsou pracovníky skladu expedice převezeny do haly 302 za použití vysokozdvižných vozíků a jsou řazeny podle času odjezdů k zákazníkům k nákladním branám.

4.3.2.5 Fáze vyexpedování

Proces vyexpedování paletových jednotek s CP4 čerpadly ze společnosti Bosch Diesel, s. r. o. pro sériové odesílání z expedičního skladu lze rozdělit do dvou operací, které jsou uvedeny následovně.

1. **Krok VKS expedičního procesu – kontrola dokladů**

V prvním kroku proces vyexpedování probíhá tak, že odpovědný pracovník expedičního skladu se přihlásí do terminálu VKS pomocí svého uživatelského jména a hesla. Tento systém slouží ke zkontrolování a načtení dokladu, který byl k zabalené paletě přiřazen na balící dílně. Proces přihlášení do VKS systému je znázorněn na obrázku č. 27.



Obrázek č. 27: Přihlášení do VKS systému (Zdroj: 39)

Po přihlášení do systému VKS provede pracovník skladu na ruční čtečce v prvním kroku *Kontrolu dokladů*. V dalším kroku zvolí z výběrového menu nabídku označenou jako "*Auslagerung*", tedy vyskladnění a naskenuje čárový kód.

Čárový kód skenuje z dodacího listu, který je umístěn na VDA etiketě. Tím nahraje údaje o počtu palet vybraného dodacího listu. Jakmile jsou data naskenována z VDA etikety, je na terminálu zobrazen náhled, jak má být zabalená paleta správně označena, aby mohla být odeslána k zákazníkovi.

Poté pracovník naskenuje tzv. čárové HU kódy, které se také nachází na VDA etiketě a na HU skladových příkazech.

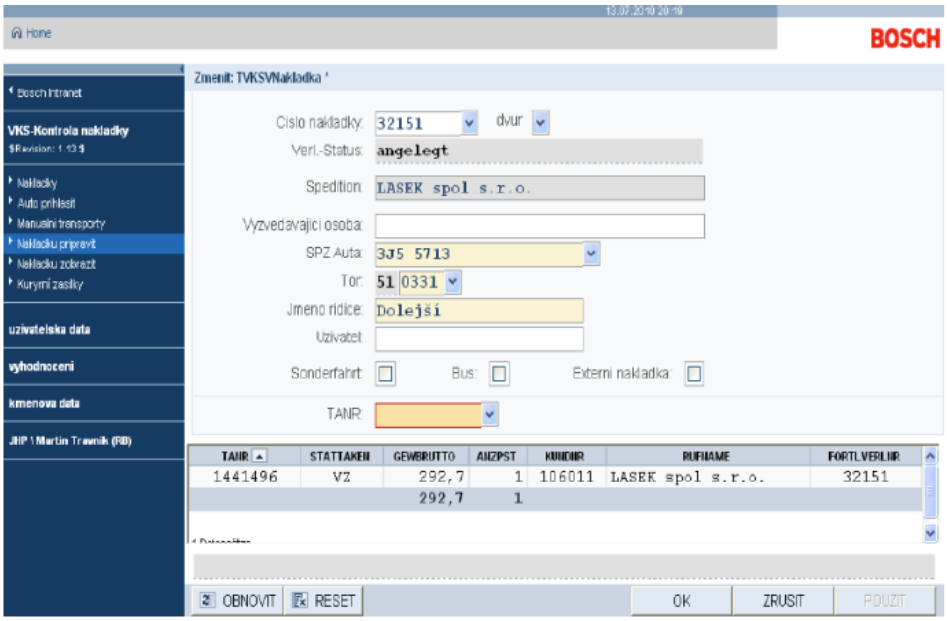
Obrázek č. 28: VDA a HU kód paletové jednotky (Zdroj: 39)

Jakmile je naskenována poslední paleta, objeví se pracovníkovi na terminálu informace, která mu oznamuje, že jsou všechny palety pro konkrétní dodací list naskenovány správně a lze ji v závěrečném kroku potvrdit.

Obrázek č. 29: Potvrzovací transakce (Zdroj: 39)

2. Krok VKS expedičního procesu – vytvoření nakládky

Druhým krokem expedičního procesu je vytvoření nové nakládky v systému VKS. Nakládka je vytvořena skladovou účetní, která zadá do systému základní informace o přepravci, a to číslo vozidla, které bude výrobky transportovat, číslo rampy, u které bude nakládka naložena, jméno řidiče, který nakládku vyzvedne a údaje o dopravní společnosti. Zadávání údajů do transakce VKS zachycuje obrázek č. 30.



Obrázek č. 30: Vytvoření nakládky v systému VKS (Zdroj: 39)

Po zadání údajů aktuálně expedované zakázky skladovou účetní do systému, naskenuje pracovník skladu VDA číslo z přiložené etikety na paletě. Následně je proces vyexpedování dokončen na ručním terminálu transakcí „naložení“.

Po těchto transakcích dochází k fyzickému naložení palet s výrobky do nákladního automobilu, které je přistaveno u nakládací rampy. Závěrečným krokem po naložení všech palet z dodacího listu, je naskenování čísla brány, u které byly výrobky naloženy. Tímto celý proces vyexpedování končí a výrobky jsou odeslány k zákazníkovi.

4.4 Závěrečná SWOT analýza

Zjištěné informace z analyzované části této diplomové práce budou shrnuty pomocí závěrečné analýzy SWOT.

Mezi silné stránky společnosti patří síla značky, která je spojena s kvalitními výrobky po celém světě. Kvalita vyráběných produktů je oceněna získanými certifikáty a oceněními na mezinárodní úrovni, které společnost obdržela. Seznam silných stránek dále vytváří vyspělé technologie v rámci průmyslu 4.0 a nejmodernější technologické procesy, které při výrobě svých produktů využívá - například samoobslužné milkrun vozíky pro doručení materiálu z místa A do místa B, automatizované roboty v procesu výroby, přenos dat pomocí RFID technologie nebo zásobování materiálem metodou Just-In-Time, při níž nevznikají zbytečné náklady na skladování.

Dále lze zařadit za silnou stránku strategickou polohu umístění závodu, který se nachází v blízkosti dálnice D1. Také podpora společnosti nejrůznějších charitativních akcí a studentů zvyšuje na její oblíbenosti a zároveň vytváří dobré PR pro společnost. V neposlední řadě hraje klíčovou roli společnosti i důraz na zenviromentálnění procesů pro zajištění trvale udržitelného rozvoje pro nově příchozí populace. Poslední zmíněnou silnou stránkou v této diplomové práci je kvalita péče o zaměstnance prostřednictvím široké škály nabízených jazykových kurzů, sportovních aktivit, benefitů pro zaměstnance i jejich rodiny a také dbání na dodržování BOZP principů na pracovišti pro jejich zajištění bezpečnosti při výkonu práce.

Mezi slabé stránky společnosti lze zařadit DIR pracovníky, tedy přímé pracovníky ve výrobě, jejichž fluktuace je vysoká, s čímž je i spojená nízká kvalifikovanost pracovníků. Proces zaškolení zaměstnance na přidělenou práci je časově náročný, aby mohl vykonávat svěřenou práci v požadované kvalitě při dodržování stanovených postupů a norem. Proto při odchodu po jeho zaškolení musí společnost vynaložit další finanční prostředky na přijmutí a zaškolení nového zaměstnance, z čehož vyplývají i časové ztráty.

Za hrozbu společnosti lze považovat nastupující trend elektromobilů, které by mohly nahradit doposud vyráběná dieselová čerpadla. Toho si je společnost vědoma, a proto své portfolio začíná postupně přizpůsobovat tomuto trendu. Ovšem pokud by

se “bleskově“ na trhu objevil hráč, který by začal vyrábět velkoobjemové zakázky dříve než společnost a převzal by její pozici na trhu, než by aktualizovala své portfolio, mohlo by jí to ohrozit.

Poslední částí, která dotváří SWOT analýzu, jsou příležitosti společnosti. Za příležitosti, které by společnost Bosch Diesel, s. r. o. mohla využít, považuji rozšíření RFID technologie do většiny probíhajících procesů, které při a po výrobě produktů nastávají. Hlavní oblastí příležitostí, kterou shledávám, je implementace RFID readeru s LCD displejem, který by chybové hlášky zobrazoval přímo na displeji v místě pracoviště a pracovník by věděl, zda může s expedovanou zakázkou pokračovat anebo zda se jedná o závažnější problém a musí balení přerušit.

Další příležitostí je zautomatizování procesů v rámci nastávajícího průmyslu čtvrté generace, které se zaměřuje na Lean procesy, digitalizaci a automatizaci. Příležitostí pro změnu je automatické mazání kanbanových karet, které již byly použity pro proces odvedení paletových jednotek, které nelze opět použít, pokud jejich historie použití nebyla zaktualizována prostřednictvím smazání karty u statického readeru. Tento proces by mohl být nahrazen automatickým procesem místo manuálním.

5 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

Na základě provedených analýz současného materiálového toku CP4 čerpadel ve společnosti Bosch Diesel, s. r. o., které byly v této diplomové práci vypracovány, byla zjištěna možnost optimalizace RFID technologie, která je používána ve společnosti pro odvádění již zabalených CP4 čerpadel na oddělení Expedice (obrázek č. 15) v procesech uskutečňovaných balící dílnou. Návrhy ke zlepšení zjištěných nedostatků používání RFID technologie budou uvedeny v této kapitole.

5.1 RFID reader s LCD displejem

Prvním návrhem, který by mohl umožnit rychlejší a přehlednější materiálový tok je inovování RFID readerů. Návrh optimalizace je pouze pro readery, které jsou umístěny u odváděcích pracovišť balící dílny, kdy by se jednalo o inovaci tří RFID readerů.

Při současném odvádění materiálu je přiložena kanbanová karta pracovníkem, který ji odebírá z Heijunky podle seznamu balených zakázek. Po přiložení kanbanové karty k RFID readeru jsou data přenesena do systému SAP, ze kterého je účetně "odvedeno" (odepsáno) množství balených čerpadel, která jsou již zabalena, a která budou odeslána k zákazníkovi, tedy už nebudou fyzicky ani účetně k dispozici pro balení další zakázky. Pokud proces proběhne úspěšně, rozsvítí se zelené signalizační světlo na RFID readeru. Pokud se ale rozsvítí červené signalizační světlo na RFID readeru, nastává problém. To je situace, pro kterou bude navrženo následující řešení.

Červená signalizace znamená, že proces přenosu dat nebyl úspěšný. Příčinou problému může být více možností. Špatný přenos může zapříčinit kanbanová karta, která nebyla po předchozí zakázce "smazána" – opět aktualizována pro přenos dat, proto nemůže být použita pro další odvedení a zabalení paletové jednotky. Po každé odvedené zakázce musí být kanbanová karta smazána. Je to z důvodu opatření, které zamezuje vícenásobnému odvedení čerpadel, které by mohly způsobit nesrovnalosti mezi stavem účetním a stavem fyzickým.

Dalším důvodem může být poškození tagu, který je umístěn na spodní straně kanbanových karet, proto RFID reader nemůže přečíst data v něm uložená. Chybný přenos dat může být také způsoben neadekvátními daty, která byla do tagu kanbanové karty před uvedením do provozu chybně nahrány. Za nesprávným přenosem může být i systémová chyba readeru, jeho komponent nebo programu, do kterého jsou data přenášena. Nelze ani vyloučit chybu na straně lidského faktoru, který zvolí neodpovídající kartu balené zakázky nebo přiloží kartu k readeru v nesprávném intervalu.

Po chybné signalizaci dochází ke zkoumání příčiny technologem balící dílny, který je za RFID technologii a její fungování odpovědný, a který ji zároveň i implementoval, tedy probíhajícím procesům dobře rozumí.

Co se stalo? Kde nastala chyba? Proč se reader rozsvítil chybovým světlem? Při které balené zakázce k tomu došlo?

To vše následně musí zkoumat na počítačích svého pracovišti, které se nalézá v kancelářích logistiky, která není přímo umístěna v prostorách balící dílny, tedy lze říci, že zde existuje časová prodleva zjištění příčiny.

Další problém lze spatřit v tom, že tyto chybové hlášky nejsou zobrazeny konkrétně slovy, ale prostřednictvím kódů. Proto odhalení příčiny, kdy se nejprve musí zjistit, co kód symbolizuje a poté chybovou hlášku vyřešit a odstranit, bývá časově náročnější. Navíc nelze hned odhalit, zda se jedná o závažný problém, kdy by muselo dojít k přerušení zakázky nebo zda se jedná a drobný problém, kdy pracovník expedice (balící dílny) může příslušnou zakázku odvést jinou kanbanovou kartou a proces balení paletové jednotky dokončit.

Řešením pro tento problém je nákup RFID readerů, jejichž součástí je LCD displej. Pomocí LCD displeje by mohl být chybný proces rozpoznán okamžitě na pracovišti balící dílny a hned by bylo jasné, o jaký problém se jedná a nemusel by se složitě analyzovat zpětně v systému a nesnižovalo by se množství disponibilních kanbanových karet pro odvádění, jak k tomu při chybné hlášce dochází, kdy jsou kanbanové karty vyřazeny z oběhu a až po odhalení příčiny jsou opět zařazeny do procesu.

Podmínkou pro realizaci navrhovaného řešení je objednání a nákup RFID readeru s displejem a jeho příslušenstvím. Po obdržení zařízení je nezbytné nový RFID reader nainstalovat, nastavit související data v PC systému a připevnit readery na pracoviště balící dílny. Posledním důležitým krokem je zaškolení zaměstnanců na novou techniku a na nový proces odvádění čerpadel, kdy by zaškolení prováděl hlavní technolog balící dílny, který by techniku uváděl do provozu.

5.1.1 Shrnutí návrhu a přehled mimoekonomických přínosů realizace

- Pořízení RFID readeru s LCD displejem.
- Zprůhlednění procesu.
- Časová úspora.
- Větší disponibilní zásoba kanbanových karet.
- Snížení nejistoty rozhodování obsluhujícího pracovníka.
- Chybové hlášky uváděny slovně.

5.1.2 Podmínky realizace

- Nákup RFID readeru s LCD displejem.
- Implementace a instalace zařízení.
- Proškolení pracovníků na nový proces.

5.1.3 Vyčíslení přínosů realizace

Za vhodného dodavatele RFID readeru s LCD displejem, po porovnání s ostatními společnostmi, byla vybrána společnost TagItron, která se specializuje na průmyslovou techniku. Mezi požadavky kladené na reader patří čitelnost displeje, cenová dostupnost, rychlost probíhaných procesů, odolnost pro průmyslové prostředí, lehkost implementace a vysoká výkonnost. Vybraný RFID reader je zobrazen na obrázku č. 31.

Obrázek č. 31: RFID reader společnosti TagItron (Zdroj 51)

Na základě cenové poptávky, byla cena readeru poptána na 2000 Euro. Při aktuálním kurzu (ze dne 6. 4. 2019 - 25,6 Kč/€ podle zdroje 52) stanoveného Českou národní bankou činí cena po přepočtení kurzem eura 51 200 Kč. Vynaložení nákladů na pořízení RFID readeru je uvažováno hned v okamžiku uvedení zařízení do provozní činnosti.

Při potřebném počtu 3 kusů readerů činí celkové náklady 153 600 Kč. Náklady na implementaci, instalaci a zaškolení jsou stanoveny na 0 Kč z důvodu instalace a implementace vlastním pracovníkem v rámci běžné pracovní doby. Náklady na zaškolení činí také 0 Kč, školení jsou ve společnosti pravidelně plánovány a uskutečňovány.

Pro lepší přehlednost byly náklady zaznamenány do tabulky č. 2.

Tabulka č. 2: Pořizovací náklady nového RFID readeru s displejem (Vlastní zpracování)

Náklady	
TagItron reader vč. příslušenství	2 000,00 €
Přepočteno aktuálním kurzem na koruny	51 200 Kč
Potřebný počet readerů	3 ks
Instalace zařízení IT technologem (v rámci prac. doby)	V rámci pracovní doby
Proškolení zaměstnanců (zaškolení vl. pracovníkem)	V rámci pracovní doby
Celkové náklady	**153 600,00 Kč**

Podkladem pro vyčíslení přínosů je tabulka č. 3, ve které jsou uvedeny průměrné měsíční mzdy, které byly zjištěny na základě zveřejněných statistik pro pozici IT technologa na portálu www.platy.cz (53) a pro pozici dělníka/obsluhujícího pracovníka byla mzda uvedena společností Roberta Bosche (54), kdy pro výpočet byla uvažována částka spodní hranice mzdy (bez příplatků a odměn) nově nastupujícího pracovníka z důvodu velké fluktuace, ke které ve společnosti Bosch Diesel, s. r. o. dochází.

Tabulka č. 3: Základní informace pro výpočet přínosů (Vlastní zpracování)

Základní data	
Počet pracovních dnů	20 dní
Průměrná měsíční čistá mzda pracovníka IT technologie (dle statisticky zveřejněných údajů)	27 251 Kč
Hodinová mzda	170 Kč
Průměrná měsíční čistá mzda obsluhujícího pracovníka (dle statisticky zveřejněných údajů)	15 850 Kč
Hodinová mzda	99 Kč

Způsob stanovení hodinových mezd pro oba pracovníky je vypočten na základě průměrných měsíčních mezd.

Pro nezkreslené informace bylo počítáno s čistou mzdou pracovníků, tedy po odečtení daňové sazby, sazby sociálního a zdravotního pojištění z hrubé mzdy, protože úspora ve výši mzdových nákladů není zohledněna z důvodu stálého zaměstnání pracovníků ve společnosti, kdy IT technolog bude soustředit pozornost na důležitější procesy jako je například zavádění nových produktů do výroby a obsluhující pracovník bude zaměstnán v procesech balení, odvádění a expedování zakázky.

Podrobnější výpočty jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Stanovení čisté mzdy pracovníků (Vlastní zpracování)

Výpočet čisté mzdy IT pracovníka		Výpočet čisté mzdy obsluhujícího pracovníka	
Hrubá mzda	36 552 Kč	Hrubá mzda	20 000 Kč
Pojištění placené zaměstnavatelem		**Pojištění placené zaměstnavatelem**	
SP 25%	9 138 Kč	SP 25%	5 000 Kč
ZP 9%	3 290 Kč	ZP 9%	1 800 Kč
Pojištění placené zaměstnancem		**Pojištění placené zaměstnancem**	
SP 6,5%	2 376 Kč	SP 6,5%	1 300 Kč
ZP 4,5%	1 645 Kč	ZP 4,5%	900 Kč
Daň z příjmu		**Daň z příjmu**	
Základ daně	48 980 Kč	Základ daně	26 800 Kč
Zaokrouhlení	49 000 Kč	Zaokrouhlení	26 800 Kč
Záloha na daň 15%	7 350 Kč	Záloha na daň 15%	4 020 Kč
Sleva na poplatníka	2 070 Kč	Sleva na poplatníka	2 070 Kč
Odvod zálohy daně	5 280 Kč	Odvod zálohy daně	1 950 Kč
Čistá mzda pracovníka	**27 251 Kč**	**Čistá mzda pracovníka**	**15 850 Kč**

Po předchozích výpočtech lze stanovit přínosy, které společnosti díky zavedení nových readerů vzniknou. Úspory lze dosáhnout díky mzdě IT technologa, který už nebude muset zdlouhavě analyzovat a zjišťovat chyby, které v procesu odvádění paletových jednotek nastaly.

Ušetřený čas lze využít na plánování technologie výroby, na zavádění nových produktů do výroby, na komunikaci s ostatními závody v rámci mezinárodní výrobní sítě, na spolupráci na projektech zavádějících nové generace CP4 čerpadel, na optimalizaci výrobních procesů z hlediska plnění norem kvality, na aktualizaci výrobních dokumentací a na analyzování chyb hlavních procesů pomocí metodou FMEA.

Zásluhou časových a mzdových úspor obsluhujícího pracovníka, bude moci dojít ke zvýšení produktivity procesu, a tím i k následné rychlosti vyexpedovaných a odeslaných čerpadel k zákazníkovi.

Úspora nákladů bude vypočtena na období ročního intervalu. Přínosy navrhovaného řešení budou vyčísleny v rámci pracovních dnů kalendářního roku, jejichž hodnota činí 261 dní. Řešení a analyzování chyb procesu bylo stanoveno statistickým šetřením

na 30 hodin měsíčně. Tento čas bude ušetřen, díky snadnému zjištění chyby, která by byla zobrazena při odvádění čerpadel přímo na displeji RFID readeru.

Další úsporou je časový fond, který vznikne tím, že obsluhující pracovník bude mít povědomí, o jakou chybu se jedná a bude vědět, zda v procesu odvádění lze pokračovat pouhým nahrazením jiné kanbanové karty pro odvedení ze systému nebo zda bude muset odvádění přerušit a upozornit vedoucího pracovníka a ten následně informovat IT technologa.

Přepočtením na roční sazby byla výše celkových úspor vypočtena na 102 555,32 Kč. Podrobnější výpočet je uveden v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Přínosy z pořízení nového RFID readeru (Vlastní zpracování)

Přínosy	
Měsíc	30 hodin
Rok (12 měsíců)	360 hodin
Mzdová úspora IT technologa	61 200 Kč
Časová úspora za 1 směnu	0,5335 hodin
Počet směn za den	3 směny
Počet pracovních dnů	261 dní
Úspora procesu	41 355,32 Kč
Celkové roční úspory	**102 555,32 Kč**

Mzdová úspora IT technologa byla vyčíslena prostřednictvím času, který byl potřebný pro řešení problému (průměrně 30 hodin měsíčně), přepočtením na jednotku roku a vynásobením průměrné hodinové mzdy pracovníka, z toho byla stanovena částka ve výši 61 200 Kč.

Úspora času ve výši 0,5335 hodin za 1 směnu byla zjištěna na základě interních statistických měření a konzultace s kontrolory řídicích procesů balící dílny, proto je údaj stanoven v této hodnotě. Úspora procesu byla vypočtena roznásobením časové úspory za jednu směnu, počtem směn, počtem pracovních dnů a mzdou obsluhujícího pracovníka.

Při přepočtení vynaložených peněžních prostředků na dobu návratnosti bylo dosaženo vyhodnocení, od kterého roku a za jak dlouhou dobu po pořízení bude navržené řešení přinášet společnosti úsporu nákladů a v jaké výši. Data jsou zpracovány v tabulce č. 6.

Návratnost peněžních prostředků byla vypočtena na dobu 1 roku a 128 dní. Po tomto období, od druhého roku bude moci vznikat úspora ve výši 51 045 Kč a v dalších letech jí společnost bude moci dosáhnout již v plné výši, a to v částce 102 555,32 Kč.

Tabulka č. 6: Návratnost peněžních prostředků (Vlastní zpracování)

Doba návratnosti		1 rok a 128 dní	
1. rok	náklad	153 600 Kč	
2. rok	náklad/výnos		51 045 Kč
3. rok	výnos		102 555 Kč
4. rok	výnos		102 555 Kč

Doba čtyř let, která je uvedena ve výpočtech v tabulce, byla zvolena z důvodu dlouhodobého finančního plánování, kdy v prvních dvou letech nebude společnost dosahovat vypočtených úspor v celé výši. Úspory 102 555 Kč, začne dosahovat až od třetího roku, kdy se úspora stane za podmínek ceteris paribus konstantní úsporou. Čtvrtý rok je znázorněn proto, aby bylo zřejmé, že výše úspor bude v dalších letech konstantní.

5.2 Automatické mazání kanbanových karet po 30 minutách

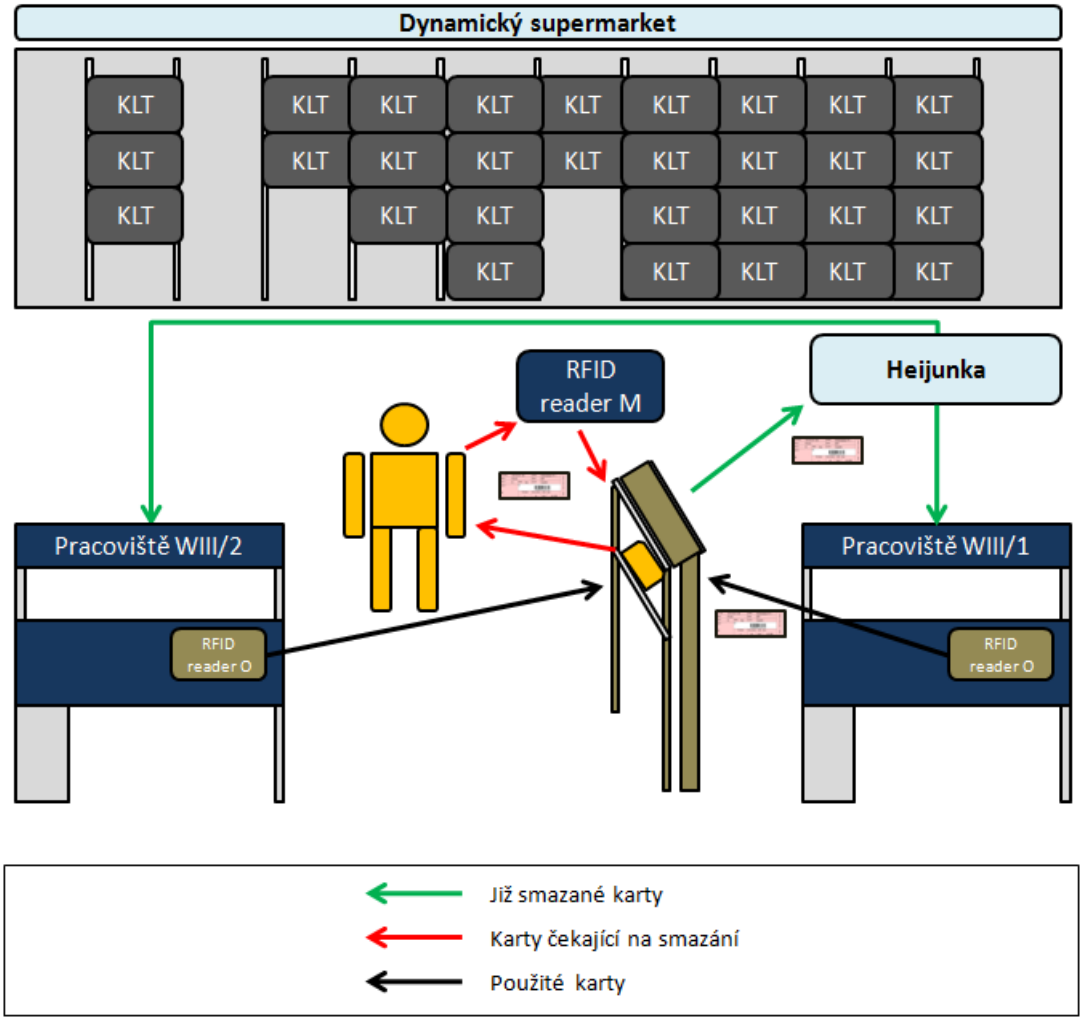
Druhým návrhem pro zlepšení a optimalizování materiálového toku společnosti Bosch Diesel, s. r. o. je automatické „mazání“ kanbanových karet po uplynutí stanovené doby, které byly již použity pro odvedení CP4 čerpadel ze systému SAP. „Mazáním“ se rozumí proces, který zpřístupní kanbanové karty pro opětovné použití při balení a vyexpedování nové zakázky k zákazníkovi.

V současné chvíli musí odpovědný pracovník kanbanové karty smazat, roztřídit a zařadit podle jednotlivých typů čerpadel mezi disponibilní karty do tzv. Heijunky. Následně se z Heijunky kanbanové karty umisťují podle balícího plánu do plánovacích tabulí, které jsou umístěny u balících stolů jednotlivých pracovišť.

Pomocí plánovacích tabulí, ve kterých jsou umístně kanbanové karty do přihrádek, pracovníci vědí, jaký typ čerpadla si mají zavést k balícímu stolu z dynamického supermarketu. Plánovací tabule je rozdělena na tři části, které odpovídají tří směnnému provozu. Jednotlivé přihrádky tabule jsou rozfázovány podle hodinových intervalů, kdy

nejprioritnější zakázky jsou umístěny nejvýše, aby mohly být expedovány k zákazníkovi v požadovaném termínu.

Proces mazání probíhá každý den u pracoviště, kde je instalován statický RFID reader, který je určen pouze pro tento proces. Tento reader je umístěn u drah dynamického supermarketu mezi balicím pracovištěm označeném jako WIII/1 a pracovištěm WIII/2 (písmeno W představuje zkratku slova WERK, tedy závod a římská číslice III udává, že se jedná konkrétně o Pávovský závod. Pracoviště se statickým readerem a probíhající procesy, potřebné pro znovu zprovoznění karet jsou zobrazeny na obrázku č. 32.



Obrázek č. 32: Schéma procesu mazání kanbanových karet (Vlastní zpracování)

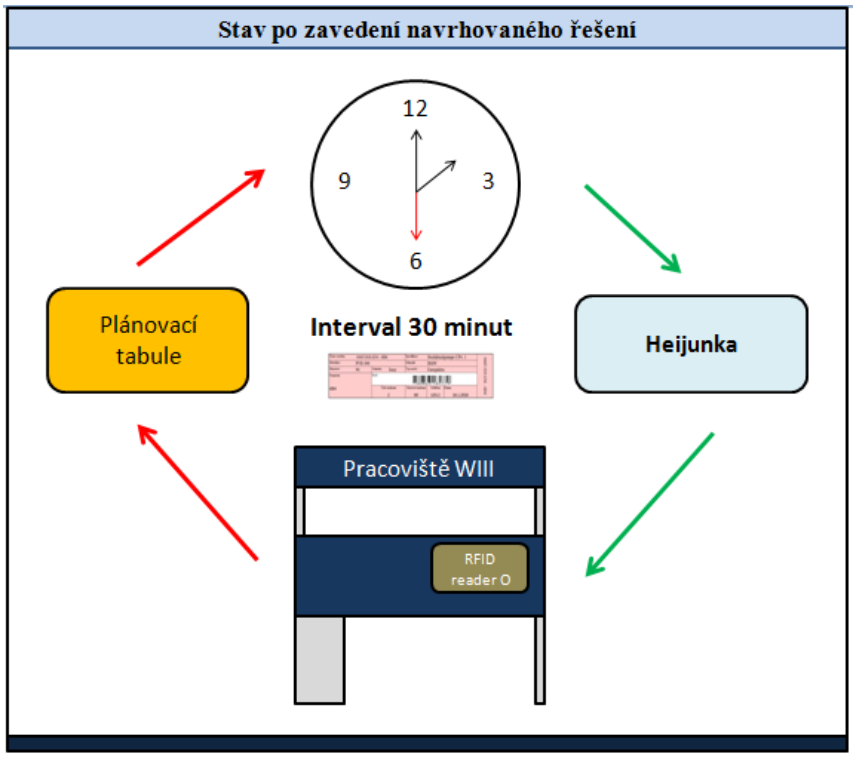
Jak lze vidět z uvedeného schématu výše, je současný proces mazání kanbanových karet poměrně složitý. Nejprve musí být kanbanová karta, kterou již byla zabalená CP4

čerpadla odepsána ze systému SAP, umístěna do přihrádky nacházející se u RFID (mazacího) readeru - tento proces je znázorněn černou šipkou.

Z přihrádky (žlutě znázorněna) jsou kanbanové karty odebírány pracovníkem, který je postupně přikládá k RFID readeru. Jakmile je přiložena kanbanové karty k RFID readeru a data smazána, rozsvítí se signalizační světlo, které symbolizuje úspěšnost procesu smazání kanbanových kartet (proces je znázorněn červenou šipkou). Po smazání musí být kanbanové karty roztříděny podle jednotlivých typů čerpadel, protože byly sesbírány ze všech balících stolů a jejich pořadí bylo zamícháno. Po roztřídění jsou pracovníkem kanbanové karty umístěny do jednotlivých přihrádek Heijunky, ze které se následně kanbanové karty používají pro plánování a odvádění nových zakázek (tento proces je znázorněn zelenou šipkou).

Navrhovaným řešením je proces zautomatizovat, kdy by pomocí výpočetní techniky nemusel tyto operace vykonávat lidský faktor. Základními předpoklady pro zavedení návrhu je nastavení dat v systému SAP. Nastavením by byl pověřen zkušený technolog balící dílny, který proces RFID zaváděl, a který má potřebné informační znalosti.

Nový model mazání kanbanových karet je ilustrován na obrázku č. 33.

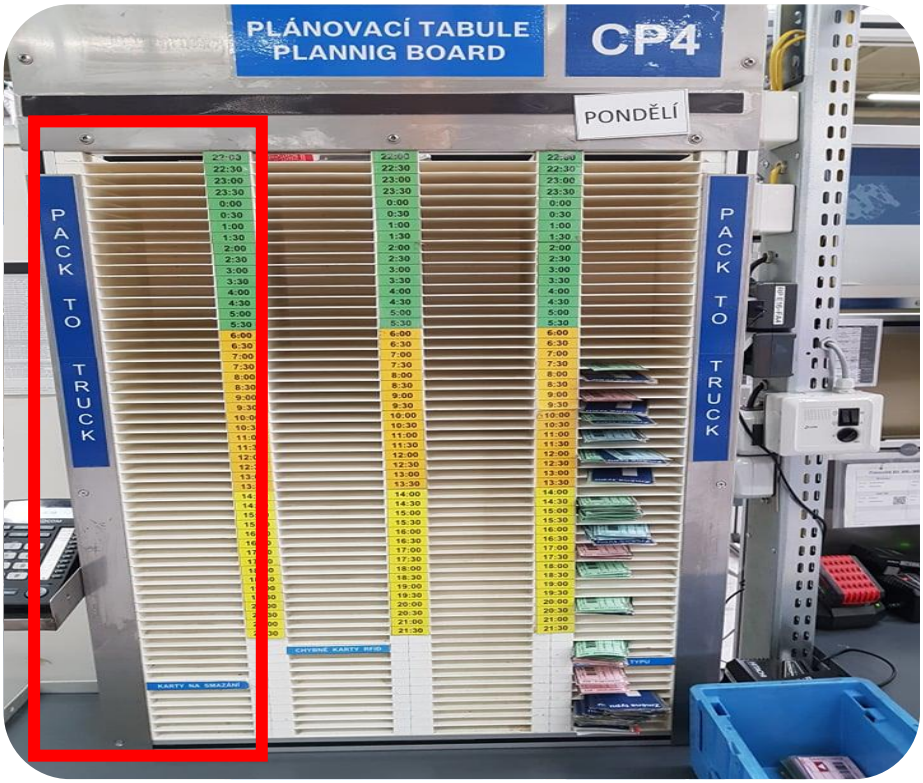


Obrázek č. 33: Nový proces mazání kanbanových karet (Vlastní zpracování)

Jak lze z nového návrhu spatřit, proces mazání kanbanových karet by byl zjednodušen. Po odvedení CP4 čerpadel, by byla umístěna kanbanová karta zpět do plánovací tabule, která se nachází u pracoviště, kde jsou čerpadla odváděna v systému SAP (zobrazena žlutě). Při balení a odvádění zakázek si pracovník odebírá kanbanové karty z přihrádek nacházejících se v pravé části tabule. V každé přihrádce jsou kanbanové karty po několika kusech, ale vždy se stejným typem čerpadla. K odvádění zakázek dochází systematicky. Nejprve jsou zabalena a odváděna čerpadla stejného typu a poté, co jsou všechny kanbanové karty z přihrádky odebrány jsou odváděny následující typy z dalších přihrádek.

Návrh pro minimalizování času roztřídění kanbanových karet spočívá v tom, že hned po odvedení zakázky by byla kanbanová karta umístěna do přihrádky v levé části plánovací tabule k příslušné hodině odvedení zakázky. To by zajistilo, že by nebyly kanbanové karty smíchány s dalšími různými typy čerpadel z více pracovišť, ale byly by systematicky seřazeny.

Návrh na zařazení kanbanových karet je znázorněn na obrázku č. 34.



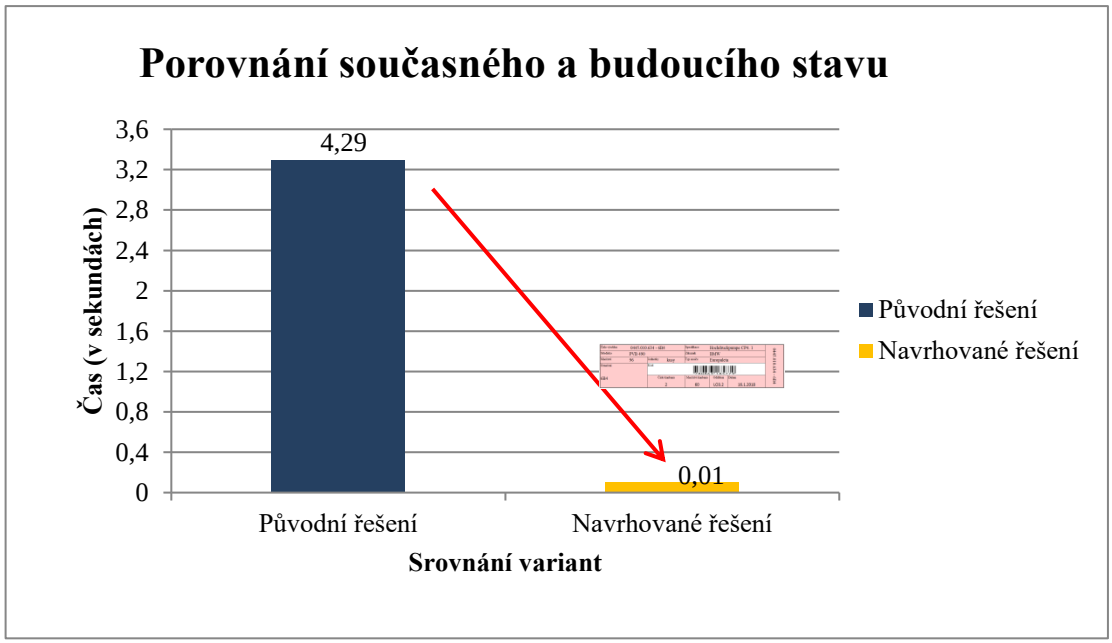
Obrázek č. 34: Plánovací tabule (Zdroj 39)

V každé přihrádce by byl jen jeden druh čerpadla. Po skončení směny by byly kanbanové karty pouze navráceny do Heijunky a čas na roztřídění by již nebyl potřebný.

Interval mazání kanbanových karet automaticky v systému po 30 minutách byl navržen z důvodu, aby zakázka nebyla odvedena nevědomě vícekrát, kdyby byl časový interval nastaven například na 5 minut a pracovník by nechal omylem položenou kanbanovou kartu na balícím stole. Delší interval než 30 minut by nebyl tolik efektivní.

Doba 30 minut umožní plánovačům a balícím pracovníkům použití kanbanových karet z ranní směny následně i v odpolení směně nebo noční směně v případě, kdy množství disponibilních kanbanových karet je omezen a v Heijunce nejsou další k dispozici. V současné době je interval mazání kanbanových karet nastaven na 1x za 24 hodin z kapacitních důvodů pracovníků, jejichž časový fond je zaměřen především na proces balení a expedování zakázek než prioritně na mazání kanbanových karet.

Porovnání současného a budoucího stavu procesu mazání a aktualizace kanabanových karet pro opětovné použití při balení zakázek je zobrazen na grafu č. 4. Pokud by byl návrh zaveden, došlo by k časové úspoře ve výši 4,28 sekund na 1 kanbanovou kartu.



Graf 4: Porovnání současného a budoucího stavu smazání 1 kanbanové karty (Vlastní zpracování)

Hodnota 4,28 sekund byla stanovena rozdílem hodnoty současného stavu snímání kanbanových karet pracovníkem (4,29 sekund), kdy tato hodnota byla zjištěna na základě časového měření (tabulka č. 7) a hodnotou, která by nově trvala, když by data byla mazána automaticky. Proces automatického přenosu byl stanoven na hodnotu 0,01 sekund, kdy do úvahy byly brány souběžně probíhající procesy v systému.

Další výhodou navrhovaného řešení je omezení chybovosti, kdy nebyla kanbanová karta smazána. Při nesmazání kanbanové karty z historie používaných úkonů pomocí RFID readeru dochází při procesu odvádění a expedování zakázky ke komplikacím, které způsobují pozdržení celého materiálového toku.

Hlavní podmínkou, která musí být splněna, aby navrhované řešení mohlo být realizováno, je nastavení dat v PC systému technologem balící dílny a proškolením pracovníků na zautomatizovaný proces mazání kanbanových karet.

5.2.1 Shrnutí návrhu a přehled mimoekonomických přínosů realizace

- Zautomatizování procesu mazání kanbanových karet.
- Větší disponibilita kanbanových karet.
- Časová úspora.
- Snazší roztřídění kanbanových karet.
- Jistota smazání karet.

5.2.2 Podmínky realizace

- Konfigurace systému.
- Zaškolení pracovníků na nový proces.

5.2.3 Vyčíslení přínosů realizace

Zavedení automatického mazání kanbanových karet by bylo implementováno hlavním IT technologem, který je zaměstnancem společnosti Bosch Diesel, s. r. o. Veškerou instalaci a nastavení dat by mohl nakonfigurovat IT technolog v rámci své pracovní doby, náklady na realizaci tohoto návrhu lze označit za nulové.

Naopak přínosy, které tento návrh přinese, nejsou podle propočtů v řádech statisíců, ale je spíše kladen důraz na zautomatizování procesu, jak se v dnešní době děje v rámci Průmyslu 4.0, kdy většina činností vykonávaných lidským faktorem se snaží optimalizovat pomocí moderních technologií, aby pozornost pracovníků mohla být soustředěna na důležitější procesy, než jsou obsluhující činnosti.

Vyčíslení úspor, které by tento návrh přinesl je uveden v následujících tabulkách níže, kdy nejprve byly sledovány a měřeny potřebné informace pro výpočet po dobu 21 pracovních dní. Byl zjišťován počet kanbanových karet, které bylo zapotřebí v jednotlivých dnech smazat. Dále byl měřen čas roztřídění kanbanových karet podle jednotlivých typů CP4 čerpadel a jejich následné roztřídění do plánovací tabule - Heijunky. Posledním důležitým zjišťovaným údajem byl časový interval potřebný pro nasnímání jedné kanbanové karty při mazání karet prostřednictvím RFID readeru.

Na základě statistické analýzy z naměřených hodnot byla vypočtena průměrná celková doba zahrnující veškeré procesy pro opětovné použití kanbanových karet na balení a expedování nové zakázky pro zákazníka.

Detailnější informace naměřených hodnot v jednotlivých dnech uvádí tabulka č. 7.

Tabulka č. 7: Statistická analýza naměřených hodnot (Vlastní zpracování)

Den	Počet kanban. karet na smazání	Potřebný čas pro roztřídění kanban. karet	Čas snímání jedné kanban. karty	Celkově potřebná doba
1	167	2672	4,2	2676,2
2	303	4848	4,4	4852,4
3	276	4416	4,2	4420,2
4	284	4544	4,1	4548,1
5	291	4656	4,3	4660,3
6	250	3250	4,2	3254,2
7	275	3575	4,1	3579,1
8	282	3666	4,5	3670,5
9	293	3809	4,4	3813,4

10	248	3224	4,3	3228,3
11	316	4108	4,2	4112,2
12	294	3822	4,4	3826,4
13	303	4848	4,3	4852,3
14	260	3120	4,6	3124,6
15	319	3828	4,2	3832,2
16	312	3744	4,3	3748,3
17	286	3432	4,4	3436,4
18	98	1176	4,2	1180,2
19	113	1356	4,2	1360,2
20	121	1452	4,1	1456,1
21	118	1416	4,5	1420,5
Průměr	**248 karet**	**3379,1429 s**	**4,2905 s**	**3383,4334 s**

Statistickou analýzou byl stanoven počet mazaných kanbanových karet pomocí RFID readeru za jeden den na hodnotu 248 karet. Čas na roztřídění kanbanových karet byl vypočten na hodnotu 3379,1429 sekund a čas snímání jedné kanbanové karty byl vypočten na 4,2905 sekund. Pro sjednocení jednotek byly hodnoty převedeny ze sekund na hodiny, z důvodu mzdových nákladů pracovníka, kdy je jeho mzda vyjádřena pomocí hodinové sazby.

Všechny zmíněné hodnoty jsou pro přehlednost vyjádřeny v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Hodnoty pro 1 den (Vlastní zpracování)

Data pro 1 den		
Počet kanbanových karet na smazání	248 kanbanových karet	
Čas na roztřídění kanbanových karet	3379,1429 sekund	0,9387 hodin
Čas snímání kanbanové karty	4,2905 sekund	0,0012 hodin
Potřebná doba celkem	**3383,4334 sekund**	**0,9399 hodin**

Celková úspora navrhovaného řešení byla vypočtena za časový interval jednoho roku, kdy rokem se rozumí 261 pracovních dní. Pomocí vypočítané hodnoty potřebného časového fondu pro proces mazání a mzdy obsluhujícího pracovníka, který tento proces musel každý den vykonávat, byla vypočtena úspora za jeden rok na 24 284,59 Kč.

Uspořené náklady, kdyby byl návrh realizován, jsou uvedeny v tabulce č. 9, přiložené níže.

Tabulka č. 9: Úspora za období 1 roku (Vlastní zpracování)

Celkové náklady za období 1 roku	
Počet dnů	261 dní
Časový fond na mazání kanban. karet (1 den)	0,9399 hodin
Mzda pracovníka (viz. předchozí příklad)	99Kč/hodina
Náklady celkem	**24 284,5928 Kč**

5.3 Celkový přehled navrhovaných řešení

Závěrem této kapitoly bude shrnutí celkových úspor, které by mohla společnost z navrhovaných řešení dosáhnout.

Pokud by se realizovaly oba návrhy, jak pořízení RFID readeru s LCD displejem pro rychlejší a bezchybnější snímaní kanbanových karet, kdy by při chybovém načtení byla známa chyba již ve stejném okamžiku díky chybové hlášce přímo na displeji a zároveň by byl proces mazání kanabanových karet pro opětovné použití zautomatizován, mohlo by být dosaženo následujících úspor.

V prvním roce by sice společnost musela vynaložit peněžní prostředky do pořízení nového RFID readeru od společnosti TagItron ve výši 153 600 Kč. Vynaložení peněžních prostředků by mohlo být ve stejném roce vyrovnáno výnosem, který by byl získán realizací druhého navrhovaného řešení, kdy by částka výnosu činila 24 285 Kč, jak již bylo vypočítáno výše.

V prvním roce zakoupení zařízení by se jednalo o náklad, který by byl v druhém roce kompenzován úsporou ve výši 51 045 Kč z prvního návrhu a 24 285 Kč z druhého návrhu. Celkový stav by závěrem druhého roku činil úsporu ve výši 75 330 Kč. Po splacení zařízení, ke kterému by došlo v druhém roce, by společnost od třetího roku mohla dosahovat konstantních výnosů, které byly vypočteny ve výši 126 840 Kč.

Pro lepší přehlednost je stav nákladů a výnosů v jednotlivých letech zaznamenán v tabulce č. 10, která je uvedena níže.

Tabulka č. 10: Přehled nákladů a výnosů v jednotlivých letech (Vlastní zpracování)

Rok	Ukazatel	1. návrh	2. návrh	Stav peněžních prostředků
1. rok	náklad	-153 600	24 285	-129 315 Kč
2. rok	výnos	51 045	24 285	75 330 Kč
3. rok	výnos	102 555	24 285	126 840 Kč
4. rok	výnos	102 555	24 285	126 840 Kč

Jak už bylo zmíněno výše, přehled nákladů/úspor je rozvržen do čtyř let, kdy v prvních dvou letech z důvodu vynakládaných peněžních prostředků na pořízení zařízení, nebude dosahováno úspor v plné výši, tak jako by mohlo být v dalších letech, kdy úspora za podmínek ceteris paribus by mohla být od třetího roku konstantní v dalších letech.

Hlavním cílem návrhů je odstranění prostojů v rámci Lean neboli štíhlých procesů balící dílny, která je součástí expedice. Návrhy by vedly ke zkrácení časové obslužnosti procesu, a také k rychlejšímu a méně chybnému zaznamenávání informací do systému, z tohoto důvodu byly pro výpočet porovnávány mzdové náklady pracovníků. Řešení bylo navrženo v rámci současného trendu automatizace procesů v rámci Průmyslu 4.0.

Navrhované řešení bych společnosti doporučila zrealizovat, z důvodu nízkých nákladů na zavedení a implementaci návrhů, kdy by společnost Bosch Diesel, s. r. o. mohla dosahovat úspor již ve druhém roce po zavedení, a úspory by byly zaručené v každém roce. Zároveň by byl proces optimalizovanější díky zautomatizování vybraných operací.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vytvoření návrhů inovací v oblasti řízení materiálových a informačních toků využívajících RFID technologii, které pomohou optimalizovat časový fond, sníží chybovost procesu a zároveň zefektivní zaznamenávání dat do systému SAP.

Analýza byla zaměřena na oddělení expedice, jejíž součástí je balící dílna. V diplomové práci byl analyzován materiálový tok procesu balení, odvádění a vyexpedování CP4 čerpadel ze společnosti Bosch Diesel, s. r. o. k zákazníkovi. Na základě analytického šetření byly zjištěny nedostatky materiálového toku, pro které byla navrhnuty řešení, které povedou ke snížení nákladů a zautomatizování procesů v rámci trendu digitalizace a automatizace továren.

Byly zjištěny nedostatky u současných RFID readerů, které jsou používány na balící dílně pro odvádění CP4 čerpadel v systému SAP, kdy při chybném procesu odvádění pomocí přikládané kanbanové karty, ve které jsou uloženy informace prostřednictvím tagu umístěného na zadní straně, je rozsvíceno červené vizualizační světlo, pokud proces neproběhl správně. Při této chybě pracovník, který balí a odvádí aktuální paletovou jednotku, nemá povědomí, o jakou chybu se jedná, proto proces zkouší odvést pomocí jiné kanbanové karty. Pokud odvedení čerpadla provést nelze, je kontaktován nadřízený pracovník a proces je pozastaven.

Následně všechny chybové hlášky jsou analyzovány IT technologem pro zjištění správnosti nastavovaného procesu a místa, kde nastala chyba. Nedostatkem procesu je uvádění chybových hlášek systémem v kódech, proto je nutné vynaložit delší časový fond na jejich identifikaci.

Návrhem, který by tento nedostatek pomohl odstranit je pořízení nových RFID readerů s LCD displejem, které by pracovníka informovaly, o jakou chybu se jedná, zda může v odvádění pokračovat nebo nikoliv a zároveň by snížili nejistotu jeho rozhodování. Pokud by společnost tento návrh realizovala, mohla by uspořit náklady ve výši 102 555 Kč, kterých by dosáhla po splacení vynaložených peněžních prostředků na pořízení RFID readerů s LCD displejem. V prvním roce by bylo nutné vynaložit

peněžní prostředky na pořízení RFID readeru s displejem ve výši 153 600 Kč. Návratnost vynaložených peněžních prostředků by se ale společnosti navrátila po časovém intervalu 1 roku a 128 dnech.

Druhým navrhovaným řešením je možnost zautomatizování procesu "mazání" kanbanových karet pro opětovné použití při balení a expedování nové zakázky. Místo lidského faktoru by bylo vše prováděno automaticky pomocí informační technologie, kdy by kanbanové karty byly smazány po 30 minutovém časovém intervalu po jejich použití v systému SAP.

Třicetiminutový časový interval byl nastaven z důvodu nemožnosti vícenásobného nevědomého načtení kanbanové karty při balení aktuální zakázky automaticky aktivním readerem, který by způsobil zmatečný stav mezi fyzickým a účetním stavem nebo záměnu zakázky neadekvátním načtením dat.

Výhodou by byla zvýšena disponibilita kanbanových karet a možnost použití karet pro balení a expedování zakázek nově příchozí směnou. Při realizaci tohoto řešení by společnost mohla uspořit roční náklady ve výši 24 285 Kč. Zároveň by se zajistila jistota smazání kanbanových karet, která by vedla k plynulejšímu materiálovému toku.

Navrhnutá řešení jsou v souladu s požadavky, které byly stanoveny na začátku diplomové práce v oblasti úspory času, snížení nákladů, eliminování chybovosti procesů a zaznamenávaných dat.

LITERATURA

[1] LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2012, 121 s. ISBN 978-80-86929-89-7.

[2] *AIMS Grow your career: What is Logistics Management?* [online]. [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: http://www.aims.education/study-online/what-is-logistics-management/

[3] BOSSIDY, Larry a RamCHARAN. *Řízení realizačních procesů: jak dosahovat očekávaných výsledků a plánovaných cílů.* Vyd. 1. Praha: Management Press, 2004, 219 s. ISBN 80-7261-118-6.

[4] PETŘÍK, Tomáš. *Procesní a hodnotové řízení firem a organizací - nákladová technika a komplexní manažerská metoda: ABC/ABM (Activity-basedcosting/Activity-based management).* Praha: Linde, 2007, 911 s. ISBN 978-80-7201-648-8

[5] CEMPÍREK, V., KAMPF, R., ŠIROKÝ, J. *Logistické a přepravní technologie.* Pardubice IJP 2009, 198s. ISBN 9778-80-86530-57-4

[6] JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání.* Praha: GRADA Publishing, 2016, 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

[7] *LOGISTIKA Vše co student potřebuje vědět: Informační tok* [online]. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: http://logistika-cz.studentske.cz/2008/11/informan-tok.html

[8] DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika - procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, 2003. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 80-7226-521-0.

[9] DUŠÁTKO, Ing. Antonín. *BOZPPROFI.CZ: Manipulační jednotky* [online]. 10. 5. 2014 [cit. 2018-12-28].

[10] *HZ KONTEJNERY: Lodní kontejner* [online]. [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: http://www.hz-kontejnery.cz/detail-kontejneru?id=488

[11] *BOXMAKER PACKAGING SYSTEM: Terminologie* [online]. [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: http://www.boxmaker.cz/informace/o-logistice/terminologie/

[12] BLAŽEWICZ,J.,ECKER,K.H.PESCH,E.,SCHMIDT,G.,WEGLARZ,J.*Scheduling Computer and Manufacturing Processes*. BerlinSpringer 2001, 485s., ISBN3-540-41931-4

[13] ZHENG, Feng a Thomas KAISER. *Digital signal processing for RFID*. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2016. ISBN 9781118824313.

[14] RFID. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* [online]. July 2015, Vol. 63, (no. 7), pp. 2393-2393 [cit. 2018-12-30]. DOI: 10.1109/TMTT.2015.2445191. Dostupné z: https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.lib.vutbr.cz/document/7145497/metrics#metrics

[15] DZIEDZIC, A. a SLOBODZIAN, P. Modern Microelectronic Technologies in Fabrication of RFID Tags. RADIOENGINEERING [online]. April 2011, Vol. 20 (no. 1), 187 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/56816/11_01_187_193.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[16] *Centrální evidence zvířat a věcí ČR: Označování mikročipem, mikročipy, jednoznačná identifikace* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: http://www.identifikace.cz/oznacovani-mikrocipy.aspx

[17] FINKENZELLER, Klaus. *RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication*. 3rd ed. Chichester: Wiley, 2010. ISBN 978-0-470-69506-7.

[18] *UNIPRESS Etiketten & Schilder: Smart labels RFID* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.unipress.de/en/industrial-labels/smartlabels-rfid/

[19] VOJTĚCH, PH.D., Ing. Bc. Lukáš. In: *DPS Elektronika od A až po Z: RFID transpondéry – pohled pod kůži* [online]. RFID LAB ČVUT v Praze, 2011 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.dps-az.cz/zajimavosti/id:10415/rfid-transpondery-pohled-pod-kuzi

[20] DOLEŽAL, Ivo. RFID technologie: Co to vlastně RFID technologie je?. *SVĚT TISKU* [online]. [cit.2018-12-30]. Dostupné z:http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3308&bux

[21] *KODYS: RFID - radiofrekvenční identifikace* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.kodys.cz/technologie/rfid

[22] *EPRIN VE SLUŽBÁCH IDENTIFIKACE: RFID tagy a smart labels* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.eprin.cz/eshop-kategorie-rfid-tagy.html

[23] *RFID PORTÁL: Co je RFID? Základní informace o technologii RFID* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne

[24] KLAUZ, Ing. Milan. *DPS Elektronika od A až po Z: Jaký je rozdíl mezi aktivním a pasivním RFID?* [online]. Květen 2017 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:https://www.dps-az.cz/vyvoj/id:53208/jaky-je-rozdil-mezi-aktivnim-a-pasivnim-rfid

[25] HERŠTUS, Michal. *AUTOMA Časopis pro automatizační techniku: RFID – principy, typy, možnosti použití* [online]. Červenec 2011 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: http://automa.dev.dataroom.cz/cz/casopis-clanky/rfid-principy-typy-moznosti-pouziti-2011_07_44083_5207/

[26] DOKOUPIL, Bc. Aleš a Ing. Monika KOCHANÍČKOVÁ. *AUTOMA Časopis pro automatizační techniku: RFID z pohledu bezpečnosti* [online]. Červenec 2009 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/rfid-z-pohledu-bezpecnosti-2009_07_39331_4748/

[27] *ELECTRONICS NOTES: RFID Security & Privacy* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/rfid-radio-frequency-identification/security-privacy.php

[28] *LOWRY SOLUTIONS: The 3 Biggest Benefits of RFID Asset Tracking in the Supply Chain*[online]. 2014 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://lowrysolutions.com/blog/the-3-biggest-benefits-of-rfid-asset-tracking-in-the-supply-chain/

[29] *AB&R Identify, track, manage: RFID Integration Benefits, Top-Performing Industries & Applications* [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: https://www.abr.com/benefits-of-rfid-integration/

[30] VOJÁČEK, Antonín Vojáček. *Automatizace.hw.cz Rady a poslední novinky z oboru* [online]. 2015 [cit. 2018-12-31]. Dostupné z: https://automatizace.hw.cz/komponenty-prumyslove-sbernice-a-komunikace/moderni-prumyslove-rfid-systemy-pro-intralogistiku-a-rizeni.html

[31] *ALTAXO Kompletní služby pro podnikatele: Analýza vnějšího okolí podniku* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://www.altaxo.cz/zacatek-podnikani/zalozeni-spolecnosti/analyza-vnejsiho-okoli-podniku-slepte

[32] ZEMAN, Martin. *Zeman webnode: PEST analýza* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://zeman.webnode.cz/products/slept-pest-analyza/

[33] ALENA85. *Marke.cz: PEST analýza* [online]. Leden 2015 [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: http://www.marke.cz/pest-analyza/

[34] *BRAIN TOOLS: Porterův model 5 sil* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://www.braintools.cz/toolbox/strategie/porteruv-model.htm

[35] *MANAGEMENT MANIA: Porterův model 5 sil* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://managementmania.com/cs/analyza-5f

[36] *MANAGEMENT MANIA: SWOT analýza* [online]. [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: https://managementmania.com/cs/swot-analyza

[37] BOSCH *Invented for live*: Stories: The beginnings [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: https://www.bosch.com/stories/1886-1905-from-first-workshop-to-factory/

[38] *BOSCH: Invented for live* [online]. [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: https://www.bosch.com/our-company/

[39] Interní materiál společnosti Bosch Diesel, s. r. o.

[40] KRICHŤÁKOVÁ, Bohdana. *Studie řízení výrobní logistiky se zaměřením na plynulé materiálové toky v logistickém řetězci*. 2017. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

[41] *Žďárský deník.cz: Firma Bosch Diesel, s.r.o., v Jihlavě získala ocenění Exportér roku 2018* [online]. 2019 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: https://zdarsky.denik.cz/podnikani/firma-bosch-diesel-s-r-o-v-jihlave-ziskala-oceneni-exporter-roku-2018-20190102.html

[42] *KURZYCZ: HDP 2019, vývoj hdp v ČR - 5 let* [online]. Únor 2019 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://www.kurzy.cz/makroekonomika/hdp/

[43] *ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD: Průměrná roční míra inflace v roce 2018* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xe/prumerna-rocni-mira-inflace-v-roce-2018-byla-21-

[44] MENDLOVÁ, Ilona. *STATISTIKA&MY: (Ne)zaměstnanost v době „blahobytu“* [online].2019 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: http://www.statistikaamy.cz/2019/01/nezamestnanost-v-dobe-blahobytu/

[45] *iDnes.cz: Česko má přes 10, 6 milionu obyvatel, vrací se na úroveň z konce druhé světové války* [online]. 2018 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/pocet-obyvatel-cesko-ceska-republika-2017-csu-cesky-statisticky-urad.A180321_093614_domaci_bur

[46] MAREČEK, Petr. *SystemOnLine: Systémy DF pro realizaci virtuálních výrobních procesů* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://www.systemonline.cz/clanky/digitalni-tovarna.htm

[47] *MM Odborně vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů: Digitální továrna jako strategický nástroj pro plánování výroby* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://www.mmspektrum.com/clanek/digitalni-tovarna-jako-strategicky-nastroj-pro-planovani-vyroby.html

[48] *BUSINESSINFO.CZ Oficiální portál pro podnikání a export: Přehled zákonů* [online]. [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: https://www.businessinfo.cz/cs/legislativa-pravo/prehled-zakonu.html

[49] *ZÁKONY ONLINE: Ekologie* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: http://zakony-online.cz/

[50] *SICK Sensor Intelligence: RFID RFU62x UHF pro malé snímací dosahy* [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: https://www.sick.com/cz/cs/automaticka-identifikace/rfid/rfu62x/c/g285253

[51] *TAGITRON: RFID readers* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: https://www.tagitron.de/en/produkte-2/rfid-reader

[52] *KURZYCZ: Kurz Eura, Euro EUR, aktuální kurzy koruny a měn* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: https://www.kurzy.cz/kurzy-men/nejlepsi-kurzy/EUR-euro/

[53] *PLATYCZ: Specialista technické podpory/IT* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: https://www.platy.cz/platy/informacni-technologie/specialista-technicke-podpory-it

[54] *KURZYCZ: Robert Bosch, spol. s r.o. nabídka práce, průměrné platy, mzdy* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: https://prace.kurzy.cz/robert-bosch-sro-46678735-firma/

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

RFID - Radiofrekvenční identifikační systém

ISO - Mezinárodní organizace pro normalizaci

OCR - Optické rozpoznávání znaků

IoT - Internet věcí

B2B – Business to business (trh obchodů se společnostmi)

ABS – Protiblokovací systém

PCB - Datová struktura uvnitř jádra operačního systému

EPC – Unikátní kód produktu

DoD - Ministerstvo obrany USA

UHF – Označení pro ultra vysoké vlny

HDP – Označení pro hrubý domácí produkt

HNP – Označení pro hrubý národní produkt

PR – Označení vztahů s veřejností

ERP – Systém pro plánování lidských zdrojů

IM – Modul řízení zásob

WM – Modul řízení skladu

BGN – Celosvětová informační síť společnosti Bosch

PDM – Řízení výrobkových dat

PLM – Řízeni životního cyklu výrobku

TQM – Komplexní metoda řízení kvality

PDCA – Metoda postupného zlepšování (naplánuj-proveď-zkontroluj-jednej)

BPS – Bosch product standards

VSDiA – Program pro tvorbu hodnot v nepřímých oblastech

KLT – Malá přepravní jednotka

OHV – Rozvody s ventily v hlavě válce s hřídelí uvnitř motoru

LE – Skladový kód jednotky

PVB – Označení hospodářského střediska

DSM – Dynamický supermarket

DMC – Datamatrix kód pro označení součástek

VDA – Normovaný typ etikety pro EDI komunikaci

VKS – Vizuální systém pro sdílení znalostí

HU – Kód manipulační jednotky

Ceteris paribus – Za stále stejných podmínek

SEZNAM GRAFŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Organizační struktura společnosti Bosch Diesel, s. r. o. (39)